

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Видання третє, перероблене, і доповнене
Правила улаштування електроустановок, вид. 3-тє, перероб. і доп.-
736с.

2010

УДК 621.31(060.13)

Видання містить:

- автентичний український переклад глав 1.1.-1.6, 1.8, 2.1-2.2, 3.1-3.4, 4.3- 4.4, 5.1-5.3, 5.6, 7.5 Правил улаштування електростановок, виконаний з видання Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 648 с.: илл.;
- глави 1.7, 2.3-2.5, 4.1, 4.2, 6.1-6.6 та нову главу 1.9, які затверджено та введено в дію наказами Мінпаливенерго України у 2006-2009 роках;
- розділ ПАОП 40.1- 1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», затверджений та введений в дію наказом Міністерства праці та соціальної політики України у 2001 році.

Для інженерів і техніків, зайнятих проектуванням, монтажем і експлуатацією електрообладнання.

© Мінпаливенерго України, 2010

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА

Глави 1.1-1.6, 1.8. ПУЕ-86 (шосте видання) перероблене та доповнене) Міністерство енергетики і електрифікації СРСР, 1986 р.

Глава 1.7. Заземлення і захисні заходи електробезпеки.

Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України від 28 серпня 2006 р. № 305.

Глава 1.9. Зовнішня ізоляція електроустановок.

Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України від 4 жовтня 2006 р. № 367.

ГЛАВА 1.1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

1.1.1. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) поширюються на електроустановки до 500 кВ, новоспоруджувані та, які реконструюються, у тому числі на спеціальні електроустановки, зазначені у розділі 7 цих Правил.

Улаштування спеціальних електроустановок, не зазначених у розділі 7, має регламентуватися іншими директивними документами. Окремі вимоги цих Правил можуть застосовуватися для таких електроустановок тією мірою, якою вони за виконанням та умовами роботи аналогічні електроустановкам, зазначеним у цих Правилах.

Окремі вимоги цих Правил можна застосовувати для діючих електроустановок, якщо це спрощує електроустановку, якщо витрати на реконструкцію обґрунтовано техніко-економічним розрахунком або якщо цю реконструкцію спрямовано на забезпечення тих вимог безпеки, які поширюються на діючі електроустановки.

Щодо електроустановок, які реконструюють, вимоги цих Правил поширюються лише на ту частину електроустановок, яку реконструюють, наприклад, на апарати, які замінюють за умовами короткого замикання (КЗ).

1.1.2. ПУЕ розроблено з урахуванням обов'язковості проведення в умовах експлуатації планово-запобіжних і профілактичних випробувань, ремонтів електроустановок та їх електроустаткування, а також систематичного навчання та перевірки обслуговуючого персоналу в обсязі вимог правил технічної експлуатації та чинних правил техніки безпеки.

1.1.3. Електроустановками називається сукупність машин, апаратів, ліній і допоміжного устаткування (разом зі спорудами і приміщеннями, в яких вони встановлені), призначених для виробництва, перетворення, трансформації, передавання, розподілу електричної енергії, а також перетворення П в інший вид енергії.

Електроустановки за умовами електробезпеки згідно з Правилами поділяються на електроустановки до 1 кВ і електроустановки понад 1 кВ (за діючим значенням напруги).

1.1.4. Відкритими, або зовнішніми електроустановками називаються електроустановки, не захищені будівлею від атмосферного впливу.

Електроустановки, захищені тільки навісами, сітчастими огорожами тощо, розглядаються як зовнішні.

Закритими, або внутрішніми електроустановками називаються електроустановки, розміщені всередині будівлі, що захищає їх від атмосферного впливу.

1.1.5. Електроприміщеннями називаються приміщення або відгороджені, наприклад, сітками, частини приміщення, доступні тільки для кваліфікованого обслуговуючого персоналу (див. 1.1.16), в яких розташовано електроустановки.

1.1.6. Сухими приміщеннями називаються приміщення, в яких відносна вологість повітря не перевищує 60%. За відсутності в таких приміщеннях умов, наведених у 1.1.10-1.1.12, вони називаються нормальними.

1.1.7. Вологими приміщеннями називаються приміщення, в яких пари або конденсуюча волога виділяється лише короткочасно в невеликих кількостях, а відносна вологість повітря більша ніж 60%, але не перевищує 75%.

1.1.8. Сирими приміщеннями називаються приміщення, в яких відносна вологість повітря тривалий час перевищує 75%.

1.1.9. Особливо сирими приміщеннями називаються приміщення, в яких відносна вологість повітря наближена до 100% (стеля, стіни, підлога і предмети, що є в приміщенні, покриті вологою).

1.1.10. Жаркими приміщеннями називаються приміщення, в яких під впливом різних теплових випромінювань температура перевищує постійно або періодично (понад 1 добу) +35 °С (наприклад, приміщення і з сушарками, сушильними і випалювальними печами, котельні тощо).

1.1.11. Запиленими приміщеннями називаються приміщення, в яких за умовами виробництва виділяється технологічний пил у такій кількості, що він може осідати на проводах, проникати всередину машин, апаратів тощо.

Запилені приміщення поділяються на приміщення зі струмопровідним пилом і приміщення з неструмопровідним пилом.

1.1.12. Приміщеннями з хімічно активним або органічним середовищем називаються приміщення, в яких постійно або протягом тривалого часу містяться агресивні пари, гази, рідини, утворюються відкладення або цвіль, що руйнують ізоляцію і струмовідні частини електроустаткування.

1.1.13. Щодо небезпеки ураження людей електричним струмом розрізняють:

1. Приміщення без підвищеної небезпеки, в яких відсутні умови, що створюють підвищену або особливу небезпеку (див. пп. 2 і 3).

2. Приміщення з підвищеною небезпекою, що характеризуються наявністю в них однієї з таких умов, що створює підвищену небезпеку:

а) сирості або струмопровідного пилу (див. 1.1.8 і 1.1.11);

б) струмопровідної підлоги (металева, земляна, залізобетонна, цегляна тощо);

в) високої температури (див. 1.1.10);

г) можливості одночасного дотику людини до металоконструкцій будівель, технологічних апаратів, механізмів тощо, які мають з'єднання з землею з одного боку, і до металевих корпусів електроустановок - з іншого.

3. Особливо небезпечні приміщення, які характеризуються наявністю однієї з таких умов, що створює особливу небезпеку:

а) особливої сирості (див. 1.1.9);

б) хімічно активного або органічного середовища (див. 1.1.12);

в) одночасно двох або більше умов підвищеної небезпеки (див. п. 2).

4. Території розміщення зовнішніх електроустановок. Щодо небезпеки ураження людей електричним струмом ці території прирівнюються до особливо небезпечних приміщень.

1.1.14. Маслонаповненими апаратами називаються апарати, в яких окремі елементи і всі частини, що нормально іскрять, або частини, між якими утворюється дуга, занурено в масло так, що зіткнення між цими частинами і навколишнім повітрям унеможливується.

1.1.15. Номінальним значенням параметра (номінальним параметром) називається вказане виробником електротехнічного пристрою значення параметра, яке є первинним для відліку відхилень від цього значення під час експлуатації та випробувань пристрою.

1.1.16. Кваліфікованим обслуговуючим персоналом називаються спеціально підготовлені особи, які пройшли перевірку знань у обсязі, обов'язковому для даної роботи (посади), та які мають кваліфікаційну групу з техніки безпеки, передбачену Правилами техніки безпеки при експлуатації електроустановок.

1.1.17. Для позначення обов'язковості виконання вимог ПУЕ застосовують слова «повинен», «слід», «необхідно» і похідні від них. Слова «як правило» означають, що ця вимога переважає, а відступ від неї має бути обґрунтованим. Слово «допускається» означає, що це рішення застосовується як виняток, як вимушене (унаслідок стиснених умов, обмежених ресурсів необхідного устаткування, матеріалів тощо). Слово «рекомендовано» означає, що це рішення є одним з кращих, але не обов'язковим.

1.1.18. Прийняті в ПУЕ нормовані значення величин із вказівкою «не менше» є найменшими, а з вказівкою «не більше» - найбільшими. У разі вибору раціональних розмірів і норм необхідно враховувати досвід експлуатації та монтажу, вимоги електробезпеки і пожежної безпеки.

Усі значення величин, наведені в Правилах з прийменниками «від» і «до», слід розуміти як «включно».

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

1.1.19. Електроустаткування і матеріали, які застосовують у електроустановках, мають відповідати вимогам ГОСТ або технічних умов, затверджених в установленому порядку.

1.1.20. Конструкція, виконання, спосіб установлення і клас ізоляції машин, апаратів, приладів та іншого застосовуваного електроустаткування, а також кабелів і проводів мають відповідати параметрам мережі або електроустановки, умовам навколишнього середовища і вимогам відповідних глав ПУЕ.

1.1.21. Електроустаткування, кабелі та проводи, які застосовують у електроустановках, за своїми нормованими, гарантованими і розрахунковими характеристиками мають відповідати умовам роботи цієї електроустановки.

1.1.22. Електроустановки та пов'язані з ними конструкції мають бути стійкими до впливу навколишнього середовища або захищеними від цього впливу.

1.1.23. Будівельну і санітарно-технічну частину електроустановок (конструкції будівлі та її елементів, опалювання, вентиляція, водопостачання тощо) треба виконувати відповідно до чинних будівельних норм і правил (СНиП) Держбуду СРСР за обов'язкового виконання додаткових вимог, наведених у ПУЕ.

1.1.24. Електроустановки мають задовольняти вимогам чинних директивних документів про заборону забруднення навколишнього середовища, впливу шуму, що шкодить або заважає, вібрації та електричних полів.

1.1.25. В електроустановках слід передбачати збирання і видалення відходів: хімічних речовин, масла, сміття, технічних вод тощо. Відповідно до чинних вимог щодо охорони навколишнього середовища має бути унеможливлено попадання зазначених відходів до водойм, системи відведення зливових вод, ярів, а також на території, не призначені для цих відходів.

1.1.26. Проектування та вибір схем, компоновок і конструкцій електроустановок мають проводитися на основі техніко-економічних порівнянь, застосування простих і надійних схем, упровадження новітньої техніки, з урахуванням досвіду експлуатації, найменшої витрати кольорових та інших дефіцитних матеріалів, устаткування тощо.

1.1.27. У разі небезпеки виникнення електрокорозії або ґрунтової корозії треба передбачати відповідні заходи щодо захисту споруд, устаткування, трубопроводів та інших підземних комунікацій.

1.1.28. В електроустановках має бути забезпечено можливість легкого розпізнавання частин, які належать до окремих їх елементів (простота і наочність схем, належне розташування електроустаткування, написи, маркування, забарвлення).

1.1.29. Буквено-цифрове і кольорове позначення однойменних шин для кожної електроустановки мають бути однаковими.

Шини мають бути позначеними:

1) за змінного трифазного струму: шини фази А - жовтим кольором, фази В - зеленим, фази С - червоним, нульова робоча шина N - блакитним, цю саму шину, яку використовують як нульову захисну, - подовжніми смугами жовтого і зеленого кольорів;

2) за змінного однофазного струму: шина фази А, приєднана до початку обмотки джерела живлення, - жовтим кольором, а фази В, приєднана до кінця обмотки, - червоним.

Шини однофазного струму, якщо вони є відгалуженням від шин трифазної системи, позначаються як відповідні шини трифазного струму;

3) за постійного струму: позитивна шина (+) - червоним кольором, негативна (-) - синім і нульова робоча М - блакитним;

4) резервна як резервована основна шина; якщо ж резервна шина може замінювати будь-яку з основних шин, то її позначають поперечними смугами кольору основних шин.

Кольорове позначення має бути виконаним по всій довжині шин, якщо воно передбачене також для інтенсивнішого охолодження або для антикорозійного захисту.

Кольорове позначення допускається виконувати не по всій довжині шин; тільки кольорове або тільки буквено-цифрове позначення або кольорове у поєднанні з буквено-цифровим - тільки в місцях приєднання шин; якщо неізолювані шини недоступні для огляду в період, коли вони перебувають під напругою, то допускається їх не позначати. При цьому не має знижуватися рівень безпеки і наочності під час обслуговування електроустановки.

1.1.30. У разі розташування шин у розподільчих установках (крім КРУ заводського виготовлення) необхідно дотримуватися таких умов:

1. У закритих розподільчих установках за змінного трифазного струму шини треба розташовувати:

а) збірні та обхідні шини, а також усі види секційних шин у разі вертикального розташування А-В-С згори вниз; у разі розташування горизонтального, похилого або трикутником: найбільш віддалено - шина А, посередині - В; найближче до коридору обслуговування - С;

б) відгалуження від збірних шин - зліва направо А-В-С, якщо дивитися на шини з коридору обслуговування (за наявності трьох коридорів - з центрального).

2. У відкритих розподільчих установках за змінного трифазного струму шини треба розташовувати:

а) збірні та обхідні шини, а також усі види секційних шин, шунтувальні перемички і перемички в схемах кільцевих, полуторних тощо повинні мати з боку головних трансформаторів на вищій напрузі шину фази А;

б) відгалуження від збірних шин у відкритих розподільчих установках треба виконувати так, щоб розташування шин приєднань зліва направо було А-В-С, якщо дивитися з боку шин на трансформатор.

Розташування шин відгалужень у ланках незалежно від їх розміщення стосовно збірних шин має бути однаковим.

3. За постійного струму шини треба розташовувати:

а) збірні шини в разі вертикального розташування: верхня М; середня (-); нижня (+);

б) збірні шини в разі горизонтального розташування: найбільш віддалено - М, посередині (-) і найближче - (+), якщо дивитися на шини з коридору обслуговування;

в) відгалуження від збірних шин: ліва шина М, середня (-), права (+), якщо дивитися на шини з коридору обслуговування.

В окремих випадках допускаються відхилення від вимог, наведених у пп. 1-3, якщо їх виконання пов'язане з істотним ускладненням електроустановок (наприклад, викликає необхідність установлення спеціальних опор поблизу підстанції для транспозиції проводів ПЛ) або якщо на підстанції застосовують два ступені трансформації або більше.

1.1.31. Для захисту від впливу електроустановок мають передбачатися заходи відповідно до «Общесоюзных норм допускаемых промышленных радиопомех» («Загальносоюзних норм допустимих промислових радіоперешкод») і «Правил защиты устройств проводной связи, железнодорожной сигнализации и телемеханики от опасного и мешающего влияния линий электропередач» («Правил захисту пристроїв провідного зв'язку, залізничної сигналізації та телемеханіки від небезпечних і шкідливих і впливів ліній електропередавання»).

1.1.32. Безпеку обслуговуючого персоналу і сторонніх осіб має бути забезпечено шляхом:

- застосування належної ізоляції, а в окремих випадках - підвищеної;
- застосування подвійної ізоляції;
- дотримання відповідних відстаней до струмовідних частин або шляхом закриття, огороження струмовідних частин;
- застосування блокування апаратів і захисних пристроїв для запобігання помилковим операціям і доступу до струмовідних частин;
- надійного і швидкодійного автоматичного вимкнення частин електроустановки, які випадково опинилися під напругою, та пошкоджених ділянок мережі, у тому числі захисного вимкнення;
- заземлення або занулення корпусів електроустановки і елементів електроустановки, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- вирівнювання потенціалів;
- застосування розділових трансформаторів;
- застосування напруг 42 В і нижче за змінного струму частотою 50 Гц і 110 В і нижче постійного струму;
- застосування попереджувальної сигналізації, написів і плакатів;
- застосування пристроїв, які знижують напруженість електричних полів;
- використання засобів захисту і пристосувань, у тому числі для захисту від впливу електричного поля в електроустановках, у яких його напруженість перевищує допустимі норми.

1.1.33. В електроприміщеннях з установками до 1 кВ допускається застосовувати неізовані та ізовані струмовідні частини без захисту їх від дотику, якщо за місцевими умовами такий захист не є необхідним для будь-яких інших цілей (наприклад, для захисту від механічного впливу). При цьому доступні для дотику частини треба розташувати так, щоб нормальне обслуговування не було пов'язане з небезпекою дотику до них.

1.1.34. У житлових, громадських і подібних приміщеннях пристрої, які служать для огороження і закриття струмовідних частин, мають бути суцільними; у виробничих приміщеннях і електроприміщеннях допускаються суцільні, сітчасті або дірчасті пристрої.

Огороджувальні та закриваючі пристрої мають бути виконаними так, щоб знімати або відкривати їх можна було лише за допомогою ключів чи інструментів.

1.1.35. Усі огорожувальні та закриваючі пристрої повинні мати відповідно до місцевих умов достатню механічну міцність. За напруги понад 1 кВ товщина металевих огорожувальних і закриваючих пристроїв має бути не меншою ніж 1 мм. Пристрої, призначені для захисту проводів і кабелів від механічних пошкоджень, по можливості мають бути введеними в машини, апарати і прилади.

1.1.36. Для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом, від впливу електричної дуги тощо всі електроустановки мають бути забезпечені засобами захисту, а також засобами надання першої допомоги відповідно до «Правил применения и испытания средств защиты, используемых в электроустановках» («Правил застосування і випробування засобів захисту, використовуваних в електроустановках»).

1.1.37. Пожежо- та вибухобезпечність електроустановок, що містять маслонаповнені апарати і кабелі, а також електроустановки, покритого і просоченого мастилами, лаками, бітумами тощо, забезпечується виконанням вимог, наведених у відповідних главах ПУЕ. Під час здавання в експлуатацію зазначені електроустановки мають бути забезпечені протипожежними засобами та інвентарем відповідно до чинних положень.

ПРИЄДНАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК ДО ЕНЕРГОСИСТЕМИ

1.1.38. Приєднання електроустановок до енергосистеми проводиться відповідно до «Правил пользования электрической энергией» («Правил користування електричною енергією»).

ПЕРЕДАЧА ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК В ЕКСПЛУАТАЦІЮ

1.1.39. Новоспруджені та реконструйовані електроустановки і встановлене в них електроустаткування мають бути піддані приймально-здавальним випробуванням (див. гл. 1.8).

1.1.40. Новоспруджені та реконструйовані електроустановки вводяться в промислову експлуатацію тільки після приймання їх приймальними комісіями згідно з чинними положеннями.

ГЛАВА 1.2 ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І ЕЛЕКТРИЧНІ МЕРЕЖІ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

1.2.1. Ця глава Правил поширюється на всі системи електропостачання. Системи електропостачання підземних, тягових та інших спеціальних установок, крім вимог цієї глави, мають відповідати також вимогам спеціальних правил.

1.2.2. Енергетичною системою (енергосистемою) називається сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж, поєднаних між собою і пов'язаних спільністю режиму в безперервному процесі виробництва, перетворення і розподілу електричної енергії та теплоти за спільного керування

цим режимом.

1.2.3. Електричною частиною енергосистеми називається сукупність електроустановок електричних станцій та електричних мереж енергосистеми.

1.2.4. Електроенергетичною системою називаються електрична частина енергосистеми і приймачі електричної енергії, які живляться від неї, об'єднані спільністю процесу виробництва, передавання, розподілу і споживання електричної енергії.

1.2.5. Електропостачанням називається забезпечення споживачів електричною енергією.

Системою електропостачання називається сукупність електроустановок, призначених для забезпечення споживачів електричною енергією.

1.2.6. Централізованим електропостачанням називається електропостачання споживачів від енергосистеми.

1.2.7. Електричною мережею називається сукупність електроустановок для передавання та розподілу електричної енергії, що складається з підстанцій, розподільчих установок, струмопроводів, повітряних (ПЛ) і кабельних ліній електричного передавання, які працюють на певній території.

1.2.8. Приймачем електричної енергії (електроприймачем) називається апарат, агрегат, механізм, призначений для перетворення електричної енергії в інший вид енергії.

1.2.9. Споживачем електричної енергії називається електроприймач або група електроприймачів, об'єднаних технологічним процесом, які розміщуються на певній території.

1.2.10. Незалежним джерелом живлення електроприймача або групи електроприймачів називається джерело живлення, на якому зберігається напруга в межах, регламентованих цими Правилами для післяаварійного режиму, у разі її зникнення на іншому або інших джерелах живлення цих електроприймачів.

До незалежних джерел живлення належать дві секції або системи шин однієї чи двох електростанцій та підстанцій за одночасного дотримання таких двох умов:

1) кожна з секцій або систем шин у свою чергу має живлення від незалежного джерела живлення;

2) секції (системи) шин, не пов'язані між собою або мають зв'язок, що автоматично відключається в разі порушення нормальної роботи однієї з секцій (систем) шин.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1.2.11. Під час проектування систем електропостачання і реконструкції електроустановок мають розглядатися такі питання:

1) перспектива розвитку енергосистем і систем електропостачання з урахуванням раціонального поєднання новоспоруджуваних електричних мереж з діючими та новоспоруджуваними мережами інших класів напруги;

2) забезпечення комплексного централізованого електропостачання всіх споживачів, розташованих у зоні дії електричних мереж, незалежно від їх відомчої приналежності;

3) обмеження струмів КЗ граничними рівнями, що визначаються на

перспективу;

4) зниження втрат електричної енергії.

При цьому зовнішнє і внутрішнє електропостачання треба розглядати в комплексі з урахуванням можливостей та економічної доцільності технологічного резервування.

Під час вирішення питань резервування слід урахувувати переважувальну здатність елементів електроустановок, а також наявність резерву в технологічному обладнанні.

1.2.12. Під час вирішення питань розвитку систем електропостачання слід урахувувати ремонтні, аварійні та післяаварійні режими.

1.2.13. Під час вибору незалежних взаєморезервуючих джерел живлення, які є об'єктами енергосистеми, слід урахувувати ймовірність одночасного залежного короточасного зниження або повного зникнення напруги на час дії релейного захисту і автоматики в разі пошкоджень у електричній частині енергосистеми, а також одночасного тривалого зникнення напруги на цих джерелах живлення в разі важких системних аварій.

1.2.14. Вимоги 1.2.11-1.2.13 треба враховувати на всіх проміжних етапах розвитку енергосистем і систем електропостачання споживачів.

1.2.15. Проектування електричних мереж має здійснюватися з урахуванням способу їх обслуговування (постійне чергування, чергування вдома, виїзні бригади тощо).

1.2.16. Роботу електричних мереж 3-35 кВ треба передбачати з ізолюваною або заземленою через дугогасні реактори нейтраллю.

Компенсацію смісного струму замикання на землю треба застосовувати за таких значень цього струму в нормальних режимах:

- у мережах 3-20 кВ, які мають залізобетонні та металеві опори на ПЛ, і у всіх мережах 35 кВ - понад 10 А;
- у мережах, які не мають залізобетонних і металевих опор на ПЛ;
- за напруги 3-6 кВ - понад 30 А; 10 кВ - понад 20 А; 15-20 кВ - понад 15 А.

За струмів замикання на землю понад 50 А рекомендовано застосовувати не менше двох заземлюючих дугогасних реакторів.

КАТЕГОРІЇ ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІВІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

1.2.17. Щодо забезпечення надійності електропостачання електроприймачі поділяються на такі три категорії:

Електроприймачі I категорії - електроприймачі, переривання електропостачання яких може спричинити: небезпеку для життя людей, значний збиток народному господарству; пошкодження дорогого основного обладнання, масовий брак продукції, розлад складного технологічного процесу, порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства.

Зі складу електроприймачів I категорії виділяється особлива група електроприймачів, безперебійна робота яких необхідна для безаварійного зупину виробництва з метою запобігання загрозі життю людей, вибухам, пожежам і пошкодженням дорогого основного обладнання.

Електроприймачі II категорії - електроприймачі, переривання електропостачання яких призводить до масового недовідпуску продукції, масових простоїв робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності значної кількості міських і сільських жителів.

Електроприймачі III категорії - решта електроприймачів, що не підпадають під визначення I та II категорій.

1.2.18. Електроприймачі I категорії треба забезпечувати електроенергією від двох незалежних взаєморезервуючих джерел живлення, і переривання їх електропостачання в разі порушення електропостачання від одного з джерел живлення можна допускати лише на час автоматичного відновлення живлення.

Для електропостачання особливої групи електроприймачів I категорії має передбачатися додаткове живлення від третього незалежного взаєморезервуючого джерела живлення.

Як третє незалежне джерело живлення для особливої групи електроприймачів і як друге незалежне джерело живлення для решти електроприймачів I категорії можуть бути використані місцеві електростанції, електростанції енергосистем (зокрема, шини генераторної напруги), спеціальні агрегати безперебійного живлення, акумуляторні батареї тощо.

Якщо резервуванням електропостачання не можна забезпечити необхідної безперервності технологічного процесу або якщо резервування електропостачання економічно недоцільне, має бути здійснено технологічне резервування, наприклад, шляхом установлення взаєморезервуючих технологічних агрегатів, спеціальних пристроїв безаварійного зупину технологічного процесу, які діють у разі порушення електропостачання.

Електропостачання електроприймачів I категорії з особливо складним безперервним технологічним процесом, який потребує тривалого часу на відновлення робочого режиму, за наявності техніко-економічних обґрунтувань рекомендовано здійснювати від двох незалежних взаєморезервуючих джерел живлення, до яких висуваються додаткові вимоги, що визначаються особливостями технологічного процесу.

1.2.19. Електроприймачі II категорії рекомендується забезпечувати електроенергією від двох незалежних взаєморезервуючих джерел живлення.

Для електроприймачів II категорії в разі порушення електропостачання від одного з джерел живлення переривання електропостачання допустимі на певний час, необхідний для увімкнення резервного живлення діями чергового персоналу або виїзної оперативної бригади.

Допускається живлення електроприймачів II категорії по одній ПЛ, у тому числі з кабельною вставкою, якщо забезпечено можливість проведення аварійного ремонту цієї лінії за час, який не перевищує однієї доби. Кабельні вставки цієї лінії треба виконуватися двома кабелями, кожен з яких вибирають за найбільшим тривалим струмом ПЛ. Допускається живлення електроприймачів II категорії по одній кабельній лінії, яка складається не менше ніж з двох кабелів, приєднаних до одного загального апарата.

За наявності централізованого резерву трансформаторів і можливості заміни пошкодженого трансформатора за час, який не перевищує однієї доби, допускається живлення електроприймачів II категорії від одного трансформатора.

1.2.20. Для електроприймачів III категорії електропостачання може виконуватися від одного джерела живлення за умови, що час переривання електропостачання, необхідний для ремонту або заміни пошкодженого елемента системи електропостачання, не перевищує однієї доби.

РІВШ ТА РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ, КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

1.2.21. Для електричних мереж слід передбачати технічні заходи щодо забезпечення якості напруги електричної енергії відповідно до вимог ГОСТ 13109-87 «Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения» («Електрична енергія. Вимоги до якості електричної енергії в електричних мережах загального призначення»).

1.2.22. Пристрої регулювання напруги мають забезпечувати підтримання напруги на тих шинах напругою 6-20 кВ електростанцій та підстанцій, до яких приєднано розподільчі мережі, у межах не нижче ніж 105% номінального в період найбільших навантажень і не вище ніж 100% номінального в період найменших навантажень цих мереж.

1.2.23. Пристрої компенсації реактивної потужності, які встановлюють у споживача, мають забезпечувати споживання від енергосистеми реактивної потужності в межах, зазначених в умовах на приєднання електроустановок цього споживача до енергосистеми.

1.2.24. Вибір і розміщення пристроїв компенсації реактивної потужності в електричних мережах слід проводити згідно з відповідною чинною інструкцією з компенсації реактивної потужності.

ГЛАВА 1.3 ВИБІР ПРОВІДНИКІВ ЗА НАГРІВОМ, ЕКОНОМІЧНОЮ ГУСТИНОЮ СТРУМУ ТА ЗА УМОВАМИ КОРОНИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.3.1. Ця глава Правил поширюється на вибір перерізів електричних провідників (неізольовані та ізольовані проводи, кабелі та шини) за нагрівом, економічною густиною струму та за умовами корони. Якщо переріз провідника, визначений за цих умов, виходить меншим від перерізу, який вимагають інші умови (термічна електродинамічна стійкість за струмів КЗ, втрати та відхилення напруги, механічна міцність, захист від перевантаження), то треба приймати найбільший переріз, який вимагають ці умови.

ВИБІР ПЕРЕРІЗІВ ПРОВІДНИКІВ ЗА НАГРІВОМ

1.3.2. Провідники будь-якого призначення мають задовольняти вимогам щодо гранично допустимого нагріву з урахуванням не тільки нормальних, а й післяаварійних режимів, а також режимів у період ремонту і можливих нерівномірностей розподілу струмів між лініями, секціями шин тощо. Під час перевірки на нагрів приймається півгодинний максимум струму, найбільший із середніх півгодинних струмів цього елемента мережі.

1.3.3. Під час повторно-короткочасного та короткочасного режимів роботи електроприймачів (із загальною тривалістю циклу до 10 хв і тривалістю робочого періоду не більше ніж 4 хв) як розрахунковий струм для перевірки перерізу провідників за нагрівом слід приймати струм, приведений до тривалого режиму. При цьому:

1) для мідних провідників перерізом до 6 мм², а для алюмінієвих провідників до 10 мм² струм приймається як для установок з тривалим режимом роботи;

2) для мідних провідників перерізом понад 6 мм², а для алюмінієвих провідників понад 10 мм² струм визначають множенням допустимого тривалого струму на коефіцієнт $0,815/\sqrt{T_{му}}$, де $T_{му}$ - виражена у відносних одиницях тривалість робочого періоду (тривалість увімкнення щодо тривалості циклу).

1.3.4. Для короткочасного режиму роботи з тривалістю увімкнення не більше

4 хв і перервами між увімкненнями, достатніми для охолодження провідників до температури навколишнього середовища, найбільші допустимі струми слід визначати за нормами повторно-короткочасного режиму (див. 1.3.3). За тривалості увімкнення понад 4 хв, а також під час перерв недостатньої тривалості між увімкненнями найбільші допустимі струми слід визначати як для установок з тривалим режимом роботи.

1.3.5. Для кабелів напругою до 10 кВ з паперовою просоченою ізоляцією, які несуть навантаження, менші за номінальні, можна допускати короткочасне перевантаження, зазначене в табл. 1.3.1.

1.3.6. На період ліквідації післяаварійного режиму для кабелів з поліетиленовою ізоляцією допускається перевантаження до 10%, а для кабелів з полівінілхлоридною ізоляцією - до 15% номінального на час максимумів навантаження тривалістю не більше ніж 6 год на добу протягом 5 діб, якщо навантаження в решті періодів часу цих діб не перевищує номінальне.

На період ліквідації післяаварійного режиму для кабелів напругою до 10 кВ з паперовою ізоляцією допускаються перевантаження протягом 5 діб у межах, зазначених у табл. 1.3.2.

Для кабельних ліній, які знаходяться в експлуатації понад 15 років, перевантаження має бути зниженим на 10%.

Перевантаження кабельних ліній напругою 20-35 кВ не допускається.

1.3.7. Вимоги до нормальних навантажень та післяаварійних перевантажень стосуються кабелів і встановлених на них з'єднувальних та кінцевих муфт і окінцевань.

1.3.8. Нульові робочі провідники в чотирипровідній системі трифазного струму повинні мати провідність не менше ніж 50% провідності фазних

провідників; у необхідних випадках вона має бути збільшеною до 100% провідності фазних провідників.

1.3.9. Під час визначення допустимих тривалих струмів для кабелів, неізолюваних та ізолюваних проводів і шин, а також для жорстких і гнучких струмопроводів, прокладених у середовищі, температура якого істотно відрізняється від зазначеної в 1.3.12-1.3.15 і 1.3.22, слід застосовувати коефіцієнти, наведені в табл. 1.3.3.

Таблиця 1.3.1. Допустиме короткочасне перевантаження для кабелів напругою до 10 кВ з паперовою просоченою ізоляцією

Коефіцієнт попереднього навантаження	Спосіб прокладання	Допустиме перевантаження щодо номінального за тривалості максимуму, год		
		0,5	1,0	3,0
0,6	У землі	1,35	1,30	1,15
	У повітрі	1,25	1,15	1,10
	У трубах (у землі)	1,20	1,10	1,0
0,8	У землі	1,20	1,15	1,10
	У повітрі	1,15	1,10	1,05
	У трубах (у землі)	1,10	1,05	1,00

Таблиця 1.3.2. Допустиме на період ліквідації післяаварійного режиму перевантаження для кабелів напругою до 10 кВ з паперовою ізоляцією

Коефіцієнт попереднього навантаження	Спосіб прокладання	Допустиме перевантаження відносно номінального за тривалості максимуму, год		
		1	3	6
0,6	У землі	1,5	1,35	1,25
	У повітрі	1,35	1,25	1,25
	У трубах (у землі)	1,30	1,20	1,15
0,8	У землі	1,35	1,25	1,20
	У повітрі	1,30	1,25	1,25
	У трубах (у землі)	1,20	1,15	1,10

Таблиця 1.3.3. Поправні коефіцієнти на струми для кабелів, неізольованих та ізольованих проводів і шин залежно від температури землі та повітря

Умовна температура середовища, °С	Нормована температура жил, °С	Поправні коефіцієнти на струми за розрахункової температури середовища, °С											
		-5 нижче	0	+5	+10	— 15	+20	+25	+30	+35	+40	+45	+50
15	80	1,14	їді	1,08	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	0,73	0,68
25	80	1,24	1,20	1*1 7	1,13	1,09	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,74
25	70	1,29	1,24	1,20	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
15	65	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	0,63	0,55
25	65	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61
15	60	1,20	1,15	1,12	1,06	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	0,57	0,47
25	60	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1,00	0,93	0,85	0,76	0,66	0,54
15	55	1,22	1,17	1,12	1,07	1,00	0,93	0,86	0,79	0,71	0,61	0,50	0,36
25	55	1,41	1,35	1,29	1,23	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,71	0,58	0,41
15	50	1,25	1,20	1,14	1,07	1,00	0,93	0,84	0,76	0,66	0,54	0,37	-
25	50	1,48	1,41	1,34	1,26	1,18	1,09	1,00	0,89	0,78	0,63	0,45	-

ДОПУСТИМІ ТРИВАЛІ СТРУМИ ДЛЯ ПРОВІДІВ, ШНУРІВ І КАБЕЛІВ З ГУМОВОЮ АБО ПЛАСТМАСОВОЮ ІЗОЛЯЦІЄЮ

1.3.10. Допустимі тривалі струми для проводів з гумовою або полівінілхлоридною ізоляцією, шнурів з гумовою ізоляцією та кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній та гумовій оболонках наведено в табл. 1.3.4-1.3.11. Вони прийняті для температур: жил +65 °С, навколишнього повітря +25 °С і землі +15 °С.

У разі визначення кількості проводів, які прокладаються в одній трубі (або жил багатожильного провідника), нульовий робочий провідник чотирипровідної системи трифазного струму, а також заземлюючі та нульові захисні провідники не враховуються.

Дані, які містяться в табл. 1.3.4 і 1.3.5, слід застосовувати незалежно від кількості труб і місця їх прокладання (у повітрі, перекриттях, фундаментах).

Допустимі тривалі струми для проводів і кабелів, прокладених у коробах, а також у лотках пучками, треба приймати: для проводів - за табл. 1.3.4 і 1.3.5 як для проводів, прокладених у трубах, для кабелів - за табл. 1.3.6-1.3.8 як для кабелів, прокладених у повітрі. За кількості одночасно навантажених проводів понад чотири, прокладених у трубах, коробах, а також у лотках пучками, струми для проводів треба приймати за табл. 1.3.4 і 1.3.5 як для проводів, прокладених відкрито (у повітрі), з уведенням понижувальних коефіцієнтів: 0,68 - для 5 і 6 проводів; 0,63 - від 7 до 9 і 0,6 - від 10 до 12.

Для провідників вторинних ланцюгів понижувальні коефіцієнти не вводяться.

1.3.11. Допустимі тривалі струми для проводів, прокладених у лотках, у

разі однорядного прокладання (не в пучках) слід приймати, як для проводів, прокладених у повітрі.

Допустимі тривалі струми для проводів і кабелів, що прокладаються в коробах, слід приймати за табл. 1.3.4-1.3.7, як для одиночних проводів і кабелів, прокладених відкрито (у повітрі), із застосуванням понижувальних коефіцієнтів, зазначених у табл. 1.3.12.

Під час вибору понижувальних коефіцієнтів контрольні та резервні проводи і кабелі не враховують.

Таблиця 1.3.4. Допустимий тривалий струм для проводів і шнурів із гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією з мідними жилами

Переріз струмо- провідної жили, мм ²	Струм, А, для проводів, прокладених					
	відкрито	у одній трубі				
		двох одно- жильних	трьох одно жильних	чотирьох одно жильних	одного двожиль ного	одного трижиль ного
0,5	11					
0,75	15					
1	17	16	15	14	15	14
1,2	20	18	16	15	16	14,5
1,5	23	19	17	16	18	15
2	26	24	22	20	23	19
2,5	30	27	25	25	25	21
3	34	32	28	26	28	24
4	41	38	35	30	32	27
5	46	42	39	34	37	31
6	50	46	42	40	40	34
8	62	54	51	46	48	43
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	100	90	100	85
35 ^c	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135
70	270	225	210	185	195	175
95	330	275	255	225	245	215
120	385	315	290	260	295	250
150	440	360	330			
185	510					
240	605					
300	695					
400	830					

Таблиця 1.3.5. Допустимий тривалий струм для проводів із гумовою та полівініл- хлоридною ізоляцією з алюмінієвими жилами

Переріз струмо- провідної жили, мм ²	Струм, А, для проводів, прокладених					
	відкрито	у одній трубці				
		двох одно- жильних	трьох одно жильних	чотирьох одно жильних	одного двожиль ного	одного трижиль ного
2	21	19	18	15	17	14
2,5	24	20	19	19	19	16
3	27	24	22	21	22	18
4	32	28	28	23	25	21
5	36	32	30	27	28	24
6	39	36	32	30	31	26
8	46	43	40	37	38	32
10	60	50	47	39	42	38
16	75	60	60	55	60	55
25	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105
70	210	175	165	140	150	135
95	255	215	200	175	190	165
120	295	245	220	200	230	190
150	340	275	255			
185	390					
240	465					
300	535					
400	645					

Таблиця 1.3.6. Допустимий тривалий струм для проводів із мідними жилами з гумовою ізоляцією в металевих захисних оболонках і кабелів із мідними жилами з гумовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній, найритовій або гумовій оболонці, броньованих і неброньованих

Переріз струмопро- відної жили, мм ²	Струм*, А, для проводів і кабелів				
	одножильних	двожильних		трижильних	
	у разі прокладання				
	у повітрі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
1	2	3	4	5	6
1,6	23	19	33	19	27
2,5	30	27	44	25	38

ГЛАВА 1.3 Вибір провідників за нагрівом, економічною густиною струму та за умовами корони

1	2	3	4	5	6
4	41	38	55	35	49
6	50	50	70	42	60
10	80	70	105	55	90
16	100	90	135	75	115
25	140	115	175	95	150
35	170	140	210	120	180
50	215	175	265	145	225
70	270	215	320	180	275
95	325	260	385	220	330
120	385	300	445	260	385
150	440	350	505	305	435
185	510	405	570	350	500
240	605				

* Струми стосуються проводів і кабелів як з нульовою жилою, так і без неї.

Таблиця 1.3.7. Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з гумовою або пластмасовою ізоляцією у свинцевій, полівінілхлоридній та гумовій оболонках, броньованих і неброньованих

Переріз струмопроводної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів				
	одножильних	двожильних		трижильних	
	у разі прокладання				
	у повітрі	у повітрі	у землі	у повітрі	у землі
1	2	3	4	5	6
10	60	55	80	42	70
16	75	70	105	60	90
25	105	90	135	75	115
35	130	105	160	90	140
50	165	135	205	110	175
70	210	165	245	140	210
95	250	200	295	170	255
120	295	230	340	200	295
150	340	270	390	235	335
185	390	310	440	270	385
240	465	-	-	-	-

Примітка. Допустимі тривалі струми для чотирижильних кабелів з пластмасовою ізоляцією на напругу до 1 кВ можна вибирати за табл. 1.3.7, як для трижильних кабелів, але з коефіцієнтом 0,92.

Таблиця і .3.8. Допустимий тривалий струм для переносних шлангових легких і середніх шнурів, переносних шлангових важких кабелів, шахтних гнучких шлангових, прожекторних кабелів і переносних проводів із мідними жилами

Переріз струмопр-відної жили, мм ²	Струм*, А, для шнурів, проводів і кабелів		
	одножильних	двожильних	трижильних
0,5	-	12	-
0,75	-	16	14
1,0	-	18	16
1,5	-	23	20
2,5	40	33	28
4	50	43	36
6	65	55	45
10	90	75	60
16	120	95	80
25	160	125	105
35	190	150	130
50	235	185	160
70	290	235	200

* Струми стосуються шнурів, проводів і кабелів із нульовою жилою та без неї.

Таблиця І.3.9. Допустимий тривалий струм для переносних шлангових із мідними жилами з гумовою ізоляцією кабелів для торфопідприємств

Переріз струмопр-відної жили, мм ²	Струм*, А, для кабелів напругою, кВ		
	0,5	3	6
6	44	45	47
10	60	60	65
16	80	80	85
25	100	105	105
35	125	125	130
50	155	155	160
70	190	195	-

* Струми стосуються кабелів із нульовою жилою та без неї.

Таблиця 1.3.10. Допустимий тривалий струм для шлангових із мідними жилами з гумовою ізоляцією кабелів для пересувних електроприймачів

Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм*, А, для кабелів напругою, кВ		Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм*, А, для кабелів напругою, кВ	
	3	6		3	6
16	85	90	70	215	220
25	115	120	95	260	265
35	140	145	120	305	310
50	175	180	150	345	350

* Струми стосуються кабелів із нульовою жилою та без неї.

Таблиця 1.3.11. Допустимий тривалий струм для проводів із мідними жилами з гумовою ізоляцією для електрифікованого транспорту 1,3 і 4 кВ

Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А	Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А	Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А
1	20	16	115	120	390
1,5	25	25	150	150	445
2,5	40	35	185	185	505
4	50	50	230	240	590
6	65	70	285	300	670
10	90	95	340	350	745

Таблиця 1.3.12. Понижувальний коефіцієнт для проводів і кабелів, які прокладаються в коробах

Спосіб прокла- дання	Кількість прокладе- них проводів і кабелів		Понижувальний коефіцієнт для проводів, які живлять	
	одно жильних	багато жильних	окремі електро- приймачі з коєфі- цієнтом вико- ристання до 0,7	групи електроприймачів і окремі приймачі з коєфіцієнтом вико- ристання, понад 0,7
Багато- шаровий і пучками	-	До 4	1,0	-
	2	5-6	0,85	-
	3-9	7-9	0,75	-
	10-11	10-11	0,7	-
	12-14	12-14	0,65	-
	15-18	15-18	0,6	-
Одно шаровий	2-4	2-4	-	0,67
	5	5	-	0,6

**ДОПУСТИМІ ТРИВАЛІ СТРУМИ ДЛЯ
КАБЕЛІВ З ПАПЕРОВОЮ ПРОСОЧЕНОЮ
ІЗОЛЯЦІЄЮ**

1.3.12. Допустимі тривалі струми для кабелів напругою до 35 кВ з

ізоляцією з просоченого кабельного паперу у свинцевій, алюмінієвій або полівінілхлоридній оболонці прийнято відповідно до допустимих температур жил кабелів:

Номинальна напруга, кВ.....до 3 6 10 20 і 35

Допустима температура жили кабелю, °С.... +80 +65 +60 +50

1.3.13. Для кабелів, прокладених у землі, допустимі тривалі струми наведено в табл. 1.3.13,1.3.16,1.3.19-1.3.22. Їх прийнято з розрахунку прокладання в траншеї на глибину 0,7-1,0 м не більше ніж один кабель за температури землі -15 °С і питомого опору землі 120 см-К/Вт.

Таблиця 1.3.13. Допустимий тривалий струм для кабелів із мідними жилами з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій оболонці, які прокладаються в землі

Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів					
	одно- жильних до 1 кВ	двожиль- них до 1 кВ	трижильних напругою, кВ			чотири- жильних до 1 кВ
			до3	6	10	
6	-	80	70	-	-	-
10	140	105	95	80	-	85
16	175	140	120	105	95	115
25	235	185	160	135	120	150
35	285	225	190	160	150	175
50	360	270	235	200	180	215
70	440	325	285	245	215	265
95	520	380	340	295	265	310
120	595	435	390	340	310	350
150	675	500	435	390	355	395
185	755	-	490	440	400	450
240	880	-	570	510	460	-
300	1000	-	-	-	-	-
400	1220	-	-	-	-	-
500	1400	-	-	-	-	-
625	1520	-	-	-	-	-
800	1700	-	-	-	-	-

Таблиця 1.3.14. Допустимий тривалий струм для кабелів із мідними жилами з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій оболонці, які прокладаються у воді

Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів			
	трижильних напругою, кВ			чотирижиль- них до 1 кВ
	До3	6	10	
16	-	135	120	-
25	210	170	150	195
35	250	205	180	230
50	305	255	220	285
70	375	310	275	350
95	440	375	340	410
120	505	430	395	470
150	565	500	450	-
185	615	545	510	-
240	715	625	585	-

Таблиця 1.3.15. Допустимий тривалий струм для кабелів із мідними жилами з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій оболонці, які прокладаються в повітрі

Переріз струмо- провідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів					
	одно- жильних до 1 кВ	двожиль- них до 1 кВ	трижильних напругою, кВ			чотири- жильних до 1 кВ
			до3	6	10	
6	-	55	45	-	-	-
10	95	75	60	55	-	60
16	120	95	80	65	60	80
25	160	130	105	90	85	100
35	200	150	125	110	105	120
50	245	185	155	145	135	145
70	305	225	200	175	165	185
95	360	275	245	215	200	215
120	415	320	285	250	240	260
150	470	375	330	290	270	300
185	525	-	375	325	305	340
240	610	-	430	375	350	-
300	720	-	-	-	-	-
400	880	-	-	-	-	-
500	1020	-	-	-	-	-
625	1180	-	-	-	-	-
800	1400	-	-	-	-	-

Таблиця 1.3.16. Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій або алюмінієвій оболонці, які прокладають у землі

Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів					
	одно- жильних до 1кВ	двожиль- них до 1 кВ	трижильних напрз		7ГОЮ,	чотири- жильних до 1 кВ
			ДОЗ	6	10	
6	-	60	55	-	-	-
10	110	80	75	60	-	65
16	135	110	90	80	75	90
25	180	140	125	105	90	115
35	220	175	145	125	115	135
50	275	210	180	155	140	165
70	340	250	220	190	165	200
95	400	290	260	225	205	240
120	460	335	300	260	240	270
150	520	385	335	300	275	305
185	580	-	380	340	310	345
240	675	-	440	390	355	-
300	770	-	-	-	-	-
400	940	-	-	-	-	-
500	1080	-	-	-	-	-
625	1170	-	-	-	-	-
800	1310	-	-	-	-	-

Таблиця 1.3.17. Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій оболонці, які прокладають у воді

Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів			
	трижильних напругою, кВ			чотирижиль- них до 1 кВ
	ДоЗ	6	10	
16	-	105	90	-
25	160	130	115	150
35	190	160	140	175
50	235	195	170	220
70	290	240	210	270
95	340	290	260	315
120	390	330	305	360
150	435	385	345	-
185	475	420	390	-
240	550	480	450	-

Таблиця 1.3.18. Допустимий тривалий струм для кабелів з алюмінієвими жилами з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій або алюмінієвій оболонці, які прокладають у повітрі

Переріз струмо-провідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів					
	одно-жильних доікВ	двожильних до ІкВ	трижильних напругою, кВ			чотири-жильних доікВ
			До3	6	10	
6	-	42	35	-	-	-
10	75	55	46	42	-	45
16	90	75	60	50	46	60
25	125	100	80	70	65	75
35	155	115	95	85	80	95
50	190	140	120	110	105	110
70	235	175	155	135	130	140
95	275	210	190	165	155	165
120	320	245	220	190	185	200
150	360	290	255	225	210	230
185	405	-	290	250	235	260
240	470	-	330	290	270	-
300	555	-	-	-	-	-
400	675	-	-	-	-	-
500	785	-	-	-	-	-
625	910	-	-	-	-	-
800	1080	-	-	-	-	-

Таблиця 1.3.19. Допустимий тривалий струм для трижильних кабелів напругою 6 кВ із мідними жилами зі збідненопросоченою ізоляцією в загальній свинцевій оболонці, які прокладають у землі та в повітрі

Переріз струмо-провідної жили, мм ²	Струм, А		Переріз струмо-провідної жили, мм ²	Струм, А	
	у землі	у повітрі		у землі	у повітрі
16	90	65	70	220	170
25	120	90	95	265	210
35	145	110	120	310	245
50	180	140	150	355	290

Таблиця 1.3.20. Допустимий тривалий струм для трижильних кабелів напругою 6 кВ з алюмінієвими жилами зі збідненопросоченою ізоляцією в загальній свинцевій оболонці, які прокладають у землі та повітрі

Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів, прокладених		Переріз стру- мопровідної жили, мм ²	Струм, А, для кабелів, прокладених	
	у землі	у повітрі		у землі	у повітрі
16	70	50	70	170	130
25	90	70	95	205	160
35	110	85	120	240	190
50	140	110	150	275	225

Таблиця 1.3.21. Допустимий тривалий струм для кабелів з окремо освинцьованими мідними жилами, з паперовою просоченою маслоканіфольною і не стікаючою масами ізоляцією, які прокладають у землі, воді, повітрі

Переріз струмопро- відної жили, мм ²	Струм, А, для трижильних кабелів напругою, кВ					
	20			35		
	у разі прокладання					
	у землі	уводі	у повітрі	у землі	уводі	у повітрі
25	110	120	85	-	-	-
35	135	145	100	-	-	-
50	165	180	120	-	-	-
70	200	225	150	-	-	-
95	240	275	180	-	-	-
120	275	315	205	270	290	205
150	315	350	230	310	-	230
185	355	390	265	-	-	-

За питомого опору землі, відмінного від 120 см-К/Вт, необхідно до струмових навантажень, зазначених у згаданих раніше таблицях, застосовувати поправні коефіцієнти, зазначені в табл. 1.3.23.

1.3.14. Для кабелів, прокладених у воді, допустимі тривалі струми наведено в табл. 1.3.14, 1.3.17, 1.3.21, 1.3.22. їх прийнято з розрахунку температури води +15 °С.

1.3.15. Для кабелів, прокладених у повітрі, всередині і ззовні будівель, за будь-якої кількості кабелів і температури повітря +25 °С допустимі тривалі струми наведено в табл. 1.3.15, 1.3.18-1.3.22, 1.3.24, 1.3.25.

1.3.16. Допустимі тривалі струми для одиночних кабелів, які прокладаються у трубах у землі, мають прийматися так само, як для тих самих кабелів, що прокладають у повітрі, за температури, яка дорівнює температурі землі.

Таблиця 1.3.22. Допустимий тривалий струм для кабелів з окремо освинцьованими алюмінієвими жилами, з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією, які прокладають у землі, воді, повітрі

Переріз струмопро- відної жили, мм ²	Струм, А, для трижильних кабелів напругою, кВ					
	20			35		
	у разі прокладання					
	у землі	уводі	у повітрі	у землі	уводі	у повітрі
1	2	3	4	5	6	7
25	85	90	65	-	-	-
35	105	110	75	-	-	-
50	125	140	90	-	-	-
70	155	175	115	-	-	-
95	185	210	140	-	-	-
120	210	245	160	210	225	160
150	240	270	175	240	-	175
185	275	300	205	-	-	-

Таблиця 1.3.23. Поправний коефіцієнт на допустимий тривалий струм для кабелів, прокладених у землі, залежно від питомого опору землі

Характеристика землі	Питомий опір см-К/Вт	Поправний коефіцієнт
Пісок вологістю понад 9%, піщано-глинистий ґрунт вологістю понад 1%	80	1,05
Нормальні ґрунт і пісок вологістю 7-9%, піщано-глинистий ґрунт вологістю 12-14%	120	1,00
Пісок вологістю понад 4% і менше 7%, піщано-глинистий ґрунт вологістю 8% -12%	200	0,87
Пісок вологістю до 4%, кам'янистий ґрунт	300	0,75

1.3.17. У разі змішаного прокладання кабелів допустимі тривалі струми треба приймати для ділянки траси з найгіршими умовами охолодження, якщо довжина її більша ніж 10 м. Рекомендовано застосовувати в зазначених випадках кабельні вставки більшого перерізу.

1.3.18. У разі прокладання декількох кабелів у землі (включаючи прокладання в трубах) допустимі тривалі струми мають бути зменшеними шляхом уведення коефіцієнтів, наведених у табл. 1.3.26. При цьому враховуватися резервні кабелі не треба.

Прокладати декілька кабелів у землі з відстанями між ними, меншими ніж 100 мм у просвіті, не рекомендовано.

Таблиця 1.3.24. Допустимий тривалий струм для одножильних кабелів з мідною жилою з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій оболонці, неброньованих, які прокладаються в повітрі

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Струм*, А, для кабелів напругою, кВ		
	до3	20	35
10	85/-	-	-
16	120/-	-	-
25	145/-	105/110	-
35	170/-	125/135	-
50	215/-	155/165	-
70	260/-	185/205	-
95	305/-	220/255	-
120	330/-	245/290	240/265
150	360/-	270/330	265/300
185	385/-	290/360	285/335
240	435/-	320/395	315/380
300	460/-	350/425	340/420
400	485/-	370/450	-
500	505/-	-	-
625	525/-	-	-
800	550/-	-	-

* У чисельнику зазначено струми для кабелів, розташованих у одній площині відстанню в просвіті 35-125 мм, у - для кабелів, розташованих знаменнику трикутником. упритул

1.3.19. Для масло- і газонаповнених одножильних броньованих кабелів, а також інших кабелів нових конструкцій допустимі тривалі струми встановлюють заводи-виробники.

1.3.20. Допустимі тривалі струми для кабелів, які прокладають у блоках, слід визначати за емпіричною формулою

$$I = abcl_0,$$

де I_0 - допустимий тривалий струм для трижильного кабелю напругою 10 кВ з мідними або алюмінієвими жилами, який визначають за табл. 1.3.27;

a - коефіцієнт, який вибирають за табл. 1.3.28 залежно від перерізу і розташування кабелю в блоці;

b - коефіцієнт, який вибирають залежно від напруги кабелю:

Номинальна напруга кабелю, кВ до 3 6 10

Коефіцієнт)..... 1,09 1,05 1,0

c - коефіцієнт, який вибирають залежно від середньодобового завантаження всього блока:

Середньодобове завантаження ... 1 0,85 0,7 Коефіцієнте 1

1,07 1,16.

Резервні кабелі допускається прокладати в незанумерованих каналах блока, якщо вони працюють у разі, коли робочі кабелі вимкнено.

Таблиця 1.3.25. Допустимий тривалий струм для одножильних кабелів з алюмінієвою жилою з паперовою просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масами ізоляцією у свинцевій або алюмінієвій оболонці, неброньованих, які прокладаються в повітрі

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Струм*, А, для кабелів напругою, кВ		
	до3	20	35
10	65/-	-	-
16	90/-	-	-
25	110/-	80/85	-
35	130/-	95/105	-
50	165/-	120/130	-
70	200/-	140/160	-
95	235/-	170/195	-
120	255/-	190/225	185/205
150	275/-	210/255	205/230
185	295/-	225/275	220/255
240	335/-	245/305	245/290
300	355/-	270/330	260/330
400	375/-	285/350	-
500	390/-	-	-
625	405/-	-	-
800	425/-	-	-




* У чисельнику зазначено струми для кабелів, розташованих у одній площині відстанню в просвіті 35-125 мм, у - для кабелів, розташованих упритул знаменнику трикутником.

Таблиця 1.3.26. Поправний коефіцієнт на кількість працюючих кабелів, які лежать поряд у землі (у трубах або без труб)

Відстань між кабе- лями в просвіті, мм	Коефіцієнт за кількості кабелів					
	1	2	3	4	5	6
100	1,00	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1,00	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1,00	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

Таблиця 1.3.27. Допустимий тривалий струм для кабелів 10кВ із мідними або алюмінієвими жилами перерізом 95 мм², які прокладаються в блоках

Конфігурація блоків	Струм I_0 , А, для кабелів	
	мід них	алю мініє вих 147
□	191	133
II	173	129
III	154	119
IV	147	113
VI	138	106
ОД	143	11
	135	0
	131	104
	140	101
	132	103
	118	91
VIII	136	105
	132	102
	119	92
	135	104
	124	96
	104	80
IX	135	104
	118	91
	100	77
	133	102
	116	90
	81	62

ГЛАВА 1.3 Вибір провідників за нагрівом, економічною густиною струму			31
" та за умовами корони			
XI	   	2 129 99 3 114 88 4 79 55	

Таблиця 1.3.28. Поправний коефіцієнт *a* на переріз кабелю

Переріз струмопровідної жили, мм ²	Коефіцієнт для номера каналу в блоці			
	1 ; 2		3	4
25	0,44	0,46	0,47	0,51
35	0,54	0,57	0,57	0,60
50	0,67	0,69	0,69	0,71
70	0,81	0,84	0,84	0,85
95	1,00	1,00	1,00	1,00
120	1,14	1,18	1,13	1,12
150	1,33	1,30	1,29	1,26
185	1,50	1,46	1,45	1,38
240	1,78	1,70	1,68	1,55

1.3.21. Допустимі тривалі струми для кабелів, які прокладають у двох паралельних блоках однакової конфігурації, треба зменшувати шляхом множення на коефіцієнти, які вибираються залежно від відстані між блоками:
Відстань між блоками, мм ... 500 1000 1500 2000 2500 3000 Коефіцієнт 0,85 0,89 0,91 0,93 0,95 0,96

ДОПУСТИМИ ТРИВАЛІ СТРУМИ ДЛЯ НЕІЗОЛЬОВАНИХ ПРОВОДІВ І ШИН

1.3.22. Допустимі тривалі струми для неізольованих проводів і забарвлених шин наведено в табл. 1.3.29-1.3.35. їх прийнято з розрахунку допустимої температури їх нагріву +70 °С за температури повітря +25 °С.

Для порожнистих алюмінієвих проводів марок ПА500 і ПА600 допустимий тривалий струм слід приймати:

Марка проводуПА500 ПА6000
Струм, А 1340 1680

1.3.23. У разі розташування шин прямокутного перерізу плазом струми, наведені в табл. 1.3.33, мають бути зменшеними на 5% для шин із шириною смуг до 60 мм і на 8% - для шин із шириною смуг понад 60 мм.

1.3.24. Під час вибору шин великих перерізів необхідно вибирати найбільш економічні за умовами пропускної спроможності конструктивні рішення, які забезпечують найменші додаткові втрати від поверхневого ефекту і ефекту близькості та найкращі умови охолодження (зменшення кількості смуг у пакеті, раціональна конструкція пакета, застосування профільних шин тощо).

Таблиця 1.3.29. Допустимий тривалий струм для неізолюваних проводів за ГОСТ 839-80

Номиналь ний пере- різ, мм ²	Переріз (алюміній/ сталь), мм ²	Струм, А, для проводів марок					
		АС, АСКС АСК, АСКП		М	АіАКП	М	АіАКП
		ззовні приміщень	усередині приміщень	ззовні приміщень		усередині при- міщень	
10	10/1,8	84	53	95	-	60	-
16	16/2,7	111	79	133	105	102	75
25	25/4,2	142	109	183	136	137	106
35	35/6,2	175	135	223	170	173	130
50	50/8	210	165	275	215	219	165
70	70/11	265	210	337	265	268	210
95	95/16	330	260	422	320	341	255
120	120/19	390	313	485	375	395	300
	120/27	375	-	-	-	-	-
150	150/19	450	365	570	440	465	355
	150/24	450	365	-	-	-	-
	150/34	450	-	-	-	-	-
185	185/24	520	430	650	500	540	410
	185/29	510	425	-	-	-	-
	185/43	515	-	-	-	-	-
240	240/32	605	505	760	590	685	490
	240/39	610	505	-	-	-	-
	240/56	610	-	-	-	-	-
300	300/39	710	600	880	680	740	570
	300/48	690	585	-	-	-	-
	300/66	680	-	-	-	-	-
330	330/27	730	-	-	-	-	-
400	400/22	830	713	1050	815	895	690
	400/51	825	705	-	-	-	-
	400/64	860	-	-	-	-	-
500	500/27	960	830	-	980	-	820
	500/64	945	815	-	-	-	-
600	600/72	1050	920	-	1100	-	955
700	700/86	1180	1040	-	-	-	-

Таблиця 1.3.30. Допустимий тривалий струм для шин круглого і трубчастого перерізів

Діаметр, мм	Круглі шини		Мідні труби	Струм, А	Алюмінієві труби		Сталеві труби						
	Струм *, А				Внутрішній і зовнішній діаметри, мм	Струм, А	Внутрішній і зовнішній діаметри, мм	Струм, А	Умовний прохід, мм	Товщина стінки, мм	Зовнішній діаметр, мм	Змінний струм, А	
	мідні	алюмінієві										без розрізу	з повздовжнім розрізом
6	155/155	120/120	12/15	340	13/16	295	8	2,8	13,5	75			
7	195/195	150/150	14/18	460	17/20	345	10	2,8	17,0	90			
8	235/235	180/180	16/20	505	18/22	425	15	3,2	21,3	118			
10	320/320	245/245	18/22	555	27/30	500	20	3,2	26,8	145			
12	415/415	320/320	20/24	600	26/30	575	25	4,0	33,5	180	-		
14	505/505	390/390	22/26	650	25/30	640	32	4,0	42,3	220			
16	565/565	435/435	25/30	830	36/40	765	40	4,0	48,0	255	-		
16	610/615	475/475	29/34	925	35/40	850	50	4,5	60,0	320			
18	720/725	560/560	35/40	1100	40/45	935	65	4,5	75,5	390	-		
19	780/785	605/610	40/45	1200	45/50	1040	80	4,5	88,5	455	-		
20	835/840	650/655	45/50	1330	50/55	1150	100	5,0	114	670	770		
21	900/905	695/700	49/55	1580	54/60	1340	125	5,5	140	800	890		
22	955/965	740/745	53/60	1860	64/70	1545	150	5,5	165	900	1000		
25	1140/1165	885/900	62/70	2295	74/80	1770	-	-	-	-	-		
27	1270/1290	980/1000	72/80	2610	72/80	2035	-	-	-	-	-		
28	1325/1360	1025/1050	75/85	3070	75/85	2400	-	-	-	-	-		
30	1450/1490	1120/1155	90/95	2460	90/95	1925	-	-	-	-	-		
35	1770/1865	1370/1450	95/100	3060	90/100	2840	-	-	-	-	-		
38	1960/2100	1510/1620	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
40	2080/2260	1610/1750	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
42	2200/2430	1700/1870	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
45	2380/2670	1850/2060	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

* У чисельнику наведено навантаження за змінного струму, у знаменнику - за постійного.

Таблиця 1.3.31. Допустимий тривалий струм для шин прямокутного перерізу

Розміри, мм	Мідні шини / Алюмінієві шини								Сталеві шини	
	Струм*, А, за кількості смуг на иолос або фаз:								Розміри, мм	Струм*, А
	1	2	3	4	1	2	3	4		
15x3	210	-	-	-	165	-	-	-	16x2,5	55/70
20x3	275	-	-	-	215	-	-	-	20x2,5	60/90
25x3	340	-	-	-	265	-	-	-	25 x 2,5	75/110
30x4	475	-	-	-	365/370	-	-	-	20x3	65/100
40x4	625	-/1090	-	-	480	-/855	-	-	25x3	80/120
40x5	700/705	-/1250	-	-	540/545	-/965	-	-	30x3	95/140
50x5	860/870	-/1525	- /1895	-	665/670	-/1180	- /1470	-	40x3	125/190
50x6	955/960	-/1700	- /2145	-	740/745	-/1315	- /1655	-	50x3	155/230
60x6	1125/1145	1740/1990	2240/2495	-	870/880	1350/1555	1720/1940	-	60x3	185/280
80x6	1480/1510	2110/2630	2720/3220	-	1150/1170	1630/2055	2100/2460	—	70x3	215/320
100x6	1810/1875	2470/3245	3170/3940	-	1425/1455	1935/2515	2500/3040	-	75x3	230/345
60x8	1320/1345	2160/2485	2790/3020	-	1025/1040	1680/1840	2180/2330	-	80x3	245/365
80x8	1690/1755	2620/3095	3370/3850	-	1320/1355	2040/2400	2620/2975	-	90x3	275/410
100x8	2080/2180	3060/3810	3930/4690	-	1625/1690	2390/2945	3050/3620	-	100x3	305/460
120x8	2400/2600	3400/4400	4340/5600	-	1900/2040	2650/3350	3380/4250	-	20x4	70/115
60 x 10	1475/1525	2560/2725	3300/3530	-	1155/1180	2010/2110	2650/2720	-	22x4	75/125
80x10	1900/1990	3100/3510	3990/4450	-	1480/1540	2410/2735	3100/3440	-	25x4	85/140
100 x 10	2310/2470	3610/4325	4650/5385	5300/6060	1820/1910	2860/3350	3650/4160	4150/4400	30x4	100/165
120 x 10	2650/2950	4100/5000	5200/6250	5900/6800	2070/2300	3200/3900	4100/4860	4650/5200	40x4	130/220
									50x4	165/270
									60x4	195/325
									70x4	225/375
									80x4	260/430
									90x4	290/480
									100x4	325/535

* У чисельнику наведено значення змінного струму, у знаменнику - постійного.

Таблиця 1.3.32. Допустимий тривалий струм для неізольованих бронзових і сталевих-бронзових провідів

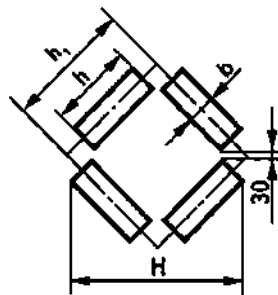
Провід	Марка проводу	Струм*, А	Провід	Марка проводу	Струм*, А
Бронзовий	Б-50	215	Бронзовий	Б-240	600
	Б-70	265		Б-300	700
	Б-95	330	Сталевобронзовий	БС-185	515
	Б-120	380		БС-240	640
	Б-150	430		БС-300	750
	Б-185	500		БС-400	890
				БС-500	980

* Струми наведено для бронзи з питомим опором $\rho_{2n} = 0,03 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$.

Таблиця 1.3.33. Допустимий тривалий струм для неізольованих сталевих провідів

Марка проводу	Струм, А	Марка проводу	Струм, А
ПСО-3	23	ПС-25	60
ПСО-3,5	26	ПС-35	75
ПСО-4	30	ПС-50	90
ПСО-5	35	ПС-70	125
		ПС-95	135

Таблиця 1.3.34. Допустимий тривалий струм для чотирисмугових шин з розташуванням смуг по сторонах квадрата («порожній пакет»)



Розміри, мм				Поперечний переріз чотирисмугової шини, мм ²	Струм, А, на пакет шин	
А	Б	*1	Я		мідних	алюмінієвих
80	8	140	157	2560	5750	4550
80	10	144	160	3200	6400	5100
100	8	160	185	3200	7000	5550
100	10	164	188	4000	7700	6200
120	10	184	216	4800	9050	7300

Таблиця 1.3.35. Допустимий тривалий струм для шин коробчастого перерізу

а

£

Розміри, мм				Поперечний переріз однієї шини, мм ²	Струм, А, на дві шини	
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	г		мідні	алюмінієві
75	35	4	6	520	2730	-
75	35	5,5	6	695	3250	2670
100	45	4,5	8	775	3620	2820
100	45	6	8	1010	4300	3500
125	55	6,5	10	1370	5500	4640
150	65	7	10	1785	7000	5650
175	80	8	12	2440	8550	6430
200	90	10	14	3435	9900	7550
200	90	12	16	4040	10 500	8830
225	105	12,5	16	4880	12 500	10300
250	115	12,5	16	5450	-	10800

ВИБІР ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДНИКІВ ЗА ЕКОНОМІЧНОЮ ГУСТИНОЮ СТРУМУ¹

1.3.25. Перерізи провідників мають бути перевірені за економічною густиною струму. Економічно доцільний переріз v , мм², визначається із співвідношення

$$S = \frac{I}{J_{ек}}$$

де I - розрахунковий струм у годину максимуму енергосистеми, А;

$J_{ек}$ - нормоване значення економічної густини струму, А/мм², для заданих умов роботи, яке вибирається за табл. 1.3.36.

Переріз, отриманий у результаті зазначеного розрахунку, округляється до найближчого стандартного перерізу. Розрахунковий струм приймається для нормального режиму роботи, тобто збільшення струму в післяаварійних і ремонтних режимах мережі не враховується.

1.3.26. Вибір перерізів проводів ліній електропередавання постійного та змінного струмів напругою 330 кВ і вище, а також ліній міжсистемних зв'язків

¹ Переріз проводів для повітряних ліній напругою понад 20 кВ приймають відповідно до 2.5.86.

і потужних жорстких і гнучких струмопроводів, які працюють з великою кількістю годин використання максимуму, проводиться на основі техніко-економічних розрахунків.

1.3.27. Збільшення кількості ліній або ланцюгів понад необхідну за умов надійності електропостачання з метою задоволення економічної густини струму проводиться на основі техніко-економічного розрахунку. При цьому для уникнення збільшення кількості ліній або ланцюгів допускається двократне перевищення нормованих значень, наведених у табл. 1.3.36.

Таблиця 1.3.36. Економічна густина струму

Провідники	Економічна густина струму, А/мм ² , за числа годин використання максимуму навантаження на рік		
	понад 1000 до 3000	понад 3000 до 5000	понад 5000
Неізольовані проводи і шини: мідні	2,5	2,1	1,8
алюмінієві	1,8	1,1	1,0
Кабелі з паперовою і проводи з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією з жилами: мідними	3,0	2,5	2,0
алюмінієвими	1,6	1,4	1,2
Кабелі з гумовою і пластмасовою ізоляцією з жилами: мідними	3,5	3,1	2,7
алюмінієвими	1,9	1,7	1,6

У техніко-економічних розрахунках слід враховувати всі інвестиції в додаткову лінію, включаючи устаткування і камери розподільчих установок на обох кінцях ліній. Слід також перевіряти доцільність підвищення напруги лінії.

Цими Правилами слід керуватися також у разі заміни існуючих проводів проводами більшого перерізу або під час прокладання додаткових ліній для забезпечення економічної густини струму в разі зростання навантаження. У цих випадках має враховуватися також повна вартість усіх робіт з демонтажу і монтажу устаткування ліній, включаючи вартість апаратів і матеріалів.

1.3.28. Перевірки на економічну густина струму не підлягають:

- мережі промислових підприємств і споруд напругою до 1 кВ за числа годин використання максимуму навантаження підприємств до 4000-5000;
- відгалуження до окремих електроприймачів напругою до 1 кВ, а також освітлювальні мережі промислових підприємств, житлових і громадських будівель;
- збірні шини електроустановок і ошикування в межах відкритих і закритих розподільчих установок усіх напруг;
- провідники, які йдуть до резисторів, пускових реостатів тощо;
- мережі тимчасових споруд, а також пристрої з терміном служби 3-5 років.

1.3.29. У разі користування табл. 1.3.36 необхідно керуватися таким (див. також 1.3.27):

1. За максимуму навантаження в нічний час економічна густина струму збільшується на 40%.

2. Для ізольованих провідників перерізом 16 мм² і менше економічна густина струму збільшується на 40%.

3. Для ліній однакового перерізу з n відгалужених навантажень, економічну густину струму на початку лінії може бути збільшено в k_y разів, причому k_y визначають з виразу

$$k_y = \sqrt{\frac{I_1^2 L}{I_1^2 l_1 + I_2^2 l_2 + \dots + I_n^2 l_n}}$$

де I_1, I_2, \dots, I_n - навантаження окремих ділянок лінії;

l_1, l_2, \dots, l_n - довжини окремих ділянок лінії;

L - повна довжина лінії.

4. Під час вибору перерізів провідників для живлення n однотипних, взаєморезервованих електроприймачів (наприклад, насосів водопостачання, перетворювальних агрегатів тощо), з яких m одночасно знаходяться в роботі, економічну густину струму може бути збільшено проти значень, наведених у табл. 1.3.36, у k_n разів, де k_n дорівнює:

$$k_n = \sqrt{\frac{n}{m}}$$

1.3.30. Переріз проводів ПЛ 35 кВ у сільській місцевості, які живлять знижувальні підстанції 35/6-10 кВ з трансформаторами з регулюванням напруги під навантаженням, має вибиратися за економічною густиною струму. Розрахункове навантаження під час вибору перерізів проводів рекомендовано приймати на перспективу в 5 років, рахуючи від року введення ПЛ в експлуатацію. Для ПЛ 35 кВ, призначених для резервування в мережах 35 кВ у сільській місцевості, треба застосовувати мінімальні за тривало допустимим струмом перерізи проводів виходячи із забезпечення живлення споживачів електроенергії в післяаварійних та ремонтних режимах.

1.3.31. Вибір економічних перерізів проводів повітряних і жил кабельних ліній, які мають проміжні відбори потужності, слід проводити для кожної з ділянок виходячи з відповідних розрахункових струмів ділянок. При цьому для сусідніх ділянок допускається приймати однаковий переріз проводу, який відповідає економічному для найдовшої ділянки, якщо різниця між значеннями економічного перерізу для цих ділянок знаходиться в межах одного ступеня за шкалою стандартних перерізів. Перерізи проводів на відгалуженнях завдовжки до 1 км приймаються такими самими, як на ПЛ, від якої здійснюють відгалуження. За більшої довжини відгалуження економічний переріз визначають за розрахунковим навантаженням цього відгалуження.

1.3.32. Для ліній електропередавання напругою 6-20 кВ наведені в табл. 1.3.36 значення густини струму допускається застосовувати лише тоді, коли

ГЛАВА 1.4 Вибір електричних апаратів і провідників за умовами короткого замикання ^ ^

вони не викликають відхилення напруги у приймачів електроенергії понад допустимі межі з урахуванням застосовуваних засобів регулювання напруги та компенсації реактивної потужності.

ПЕРЕВІРКА ПРОВІДНИКІВ ЗА УМОВАМИ КОРОНИ І РАДІОПЕРЕШКОД

1.3.33. За напруги 35 кВ і вище провідники мають бути перевіреними за умовами утворення корони з урахуванням середньорічних значень густини і температури повітря на висоті розташування цієї електроустановки над рівнем моря, приведеного радіуса провідника, а також коефіцієнта нерівності провідників.

При цьому найбільша напруженість поля біля поверхні будь-якого з провідників, визначена за середньої експлуатаційної напруги, має бути не більшою ніж 0,9 початкової напруженості електричного поля, відповідної появі загальної корони.

Перевірку слід проводити відповідно до чинних керівних вказівок.

Крім того, для провідників необхідна перевірка за умов допустимого рівня радіоперешкод від корони.

ГЛАВА 1.4 ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ І ПРОВІДНИКІВ ЗА УМОВ ВИНИКНЕННЯ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.4.1. Ця глава Правил поширюється на вибір і застосування електричних апаратів і провідників у електроустановках змінного струму частотою 50 Гц, напругою до 1 кВ і вище за умов виникнення КЗ.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1.4.2. За режимом КЗ треба перевіряти (винятки див. у 1.4.3):

1. В електроустановках понад 1 кВ:

а) електричні апарати, струмопроводи, кабелі та інші провідники, а також опорні та несучі конструкції для них;

б) повітряні лінії електропередавання за ударного струму КЗ 50 кА і більше для запобігання схльостуванню проводів за динамічної дії струмів КЗ.

Крім того, для ліній з розщепленими проводами мають бути перевірені відстані між розпірками розщеплених проводів для запобігання пошкодженню розпірок і проводів у разі схльостування.

Проводи ПЛ, обладнані пристроями швидкодійного автоматичного повторного увімкнення, слід перевіряти й на термічну стійкість.

2. В електроустановках до 1 кВ - тільки розподільчі щити, струмопроводи та силові шафи. Трансформатори струму за режимом КЗ не перевіряють.

Апарати, призначені для вимкнення струмів КЗ або такі, що можуть за умовами своєї роботи вмикати короткозамкнене коло, повинні, крім того, мати здатність здійснювати ці операції за всіх можливих струмів КЗ.

Стійкими за струмів КЗ є ті апарати й провідники, які за розрахунковими умовами витримують дію цих струмів, не піддаючись електричним, механічним та іншим руйнуванням або деформаціям, що перешкоджають їх подальшій нормальній експлуатації.

1.4.3. За режимом КЗ за напруги понад 1 кВ, не перевіряються:

1. Апарати та провідники, захищені плавкими запобіжниками зі вставками на номінальний струм до 60 А, - щодо електродинамічної стійкості.

2. Апарати та провідники, захищені плавкими запобіжниками незалежно від їх номінального струму і типу, - щодо термічної стійкості.

Коло вважається захищеним плавким запобіжником, якщо його вимикальну здатність вибрано відповідно до вимог цих Правил і він здатний вмикати найменший можливий аварійний струм у цьому колі.

3. Провідники в колах до індивідуальних електроприймачів, у тому числі до цехових трансформаторів загальною потужністю до 2,5 МВ·А і з вищою напругою до 20 кВ, якщо дотримано одночасно таких умов:

а) в електричній або технологічній частині передбачено необхідний ступінь резервування, виконаного так, що вимкнення зазначених електроприймачів не викликає розладу технологічного процесу;

б) пошкодження провідника в разі виникнення КЗ не може викликати вибуху або пожежі;

в) можлива заміна провідника без значних труднощів.

4. Провідники до індивідуальних електроприймачів, зазначених у п. 3, а також до окремих невеликих розподільчих пунктів, якщо такі електроприймачі та розподільчі пункти не відповідають своєму призначенню і якщо для них виконано як мінімум умову, наведену в пункті 3, перелік б).

5. Трансформатори струму в колах до 20 кВ, які живлять трансформатори або реактовані лінії, у разі, коли вибір трансформаторів струму за умовами КЗ потребує такого завищення коефіцієнтів трансформації, за якого не може бути забезпечено необхідного класу точності приєднаних вимірювальних приладів (наприклад, розрахункових лічильників); при цьому з боку вищої напруги в колах силових трансформаторів рекомендовано уникати застосування трансформаторів струму, не стійких до струму КЗ, а прилади обліку рекомендовано приєднувати до трансформаторів струму з боку нижчої напруги.

6. Проводи ПЛ (див. також 1.4.2, п. 1 б).

7. Апарати і шини кін трансформаторів напруги в разі розташування їх в окремій камері або за додатковим резистором, убудованим у запобіжник чи встановленим окремо.

1.4.4. Під час вибору розрахункової схеми для визначення струмів КЗ слід виходити з передбачуваних для цієї електроустановки умов тривалої її роботи і не зважати на короточасні зміни схеми цієї електроустановки, які не передбачені для тривалої експлуатації (наприклад, у разі перемикань). Ремонтні та післяаварійні режими роботи електроустановки короточасних

змін схеми не стосуються.

Розрахункова схема має враховувати перспективу розвитку зовнішніх мереж та генеруючих джерел, з якими електрично пов'язується установка, яка розглядається, не менше ніж на 5 років від запланованого строку введення її в експлуатацію.

При цьому допустимо вести розрахунок струмів КЗ наближено до початкового моменту КЗ.

1.4.5. Як розрахунковий тип КЗ слід приймати:

1. Для визначення електродинамічної стійкості апаратів і жорстких шин з підтримувальними та опорними конструкціями, які належать до них - трифазне КЗ.

2. Для визначення термічної стійкості апаратів і провідників - трифазне КЗ; на генераторній напрузі електростанцій - трифазне або двофазне залежно від того, яке з них призводить до більшого нагріву.

3. Для вибору апаратів за комутаційною здатністю - за більшим із значень, які отримують для випадків трифазного і однофазного КЗ на землю (у мережах з великими струмами замикання на землю); якщо вимикач характеризується двома значеннями комутаційної здатності - трифазною і однофазною - відповідно за обома значеннями.

1.4.6. Розрахунковий струм КЗ слід визначати виходячи з умови пошкодження в такій точці цього кола, у якій апарати й провідники цього кола в разі КЗ знаходяться у найбільш важких умовах (винятки див. у 1.4.7 і 1.4.17, п. 3). Випадки одночасного замикання на землю різних фаз у двох різних точках схеми допускається не враховувати.

1.4.7. На реактованих лініях у закритих розподільчих установках провідники та апарати, розташовані до реактора і відокремлені від живильних збірних шин (на відгалуженнях від ліній - від елементів основного кола) відокремлюючими полицями, перекриттями тощо, вибираються за струмом КЗ за реактором, якщо останній розташований у тій самій будівлі і з'єднання виконане шинами.

Шинні відгалуження від збірних шин до відокремлювальних полиць і прохідні ізолятори в останніх мають бути вибрані виходячи з КЗ до реактора.

1.4.8. Під час розрахунку термічної стійкості за розрахунковий час слід приймати суму часів, яку отримують від додавання часу дії основного захисту (з урахуванням дії АПВ), встановленого біля найближчого до місця КЗ вимикача, до повного часу вимкнення цього вимикача (включаючи час горіння дуги).

За наявності зони нечутливості в основному захисті (за струмом, напругою, опором тощо) термічну стійкість необхідно додатково перевіряти виходячи з часу дії захисту, який реагує на пошкодження в цій зоні, плюс повний час вимкнення вимикача. При цьому як розрахунковий струм КЗ слід приймати те значення його, яке відповідає цьому місцю пошкодження.

Апаратуру і струмопроводи, які застосовують у колах генераторів потужністю 60 МВт і більше, а також у колах блоків генератор - трансформатор такої самої потужності, повинні перевіряти за термічною стійкістю виходячи з часу проходження струму КЗ 4 с.

ВИЗНАЧЕННЯ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ ДЛЯ ВИБОРУ

АПАРАТИВ І ПРОВІДНИКІВ

1.4.9. В електроустановках до 1 кВ і вище під час визначення струмів КЗ для вибору апаратів і провідників та визначення дії на несучі конструкції слід виходити з такого:

1. Усі джерела, які беруть участь у живленні точки КЗ, яка розглядається, працюють одночасно з номінальним навантаженням.

2. Усі синхронні машини мають автоматичні регулятори напруги та пристрої форсування збудження.

3. Коротке замикання настає в такий момент часу, за якого струм КЗ матиме найбільше значення.

4. Електрорушійні сили всіх джерел живлення збігаються за фазою.

5. Розрахункова напруга кожного ступеня приймається на 5% вищою за номінальну напругу мережі.

6. Має враховуватися вплив на струми КЗ приєднаних до даної мережі синхронних компенсаторів, синхронних і асинхронних електродвигунів. Вплив асинхронних електродвигунів на струми КЗ не враховується за потужності електродвигунів до 100 кВт, якщо електродвигуни відокремлені від місця КЗ одним ступенем трансформації, а також за будь-якої потужності, якщо їх відокремлено від місця КЗ двома або більше ступенями трансформації або якщо струм від них може надходити до місця КЗ тільки через ті елементи, через які проходить основний струм КЗ від мережі та які мають істотний опір (лінії, трансформатори тощо).

1.4.10. В електроустановках понад 1 кВ як розрахункові опори слід брати індуктивні опори електричних машин, силових трансформаторів і автотрансформаторів, реакторів, повітряних і кабельних ліній, а також струмопроводів. Активний опір слід враховувати тільки для ПЛ з проводами малих перерізів і сталевими проводами, а також для протяжних кабельних мереж малих перерізів з великим активним опором.

1.4.11. В електроустановках до 1 кВ як розрахункові опори слід брати індуктивні та активні опори всіх елементів кола, включаючи активні опори перехідних контактів кола. Допустимо нехтувати опорами одного типу (активними або індуктивними), якщо при цьому повний опір кола зменшується не більше ніж на 10%.

1.4.12. У разі живлення електричних мереж до 1 кВ від знижувальних трансформаторів під час розрахунку струмів КЗ слід виходити з умови, що підведена до трансформатора напруга незмінна і дорівнює його номінальній напрузі.

1.4.13. Елементи кола, захищеного плавким запобіжником зі струмообмежувальною дією, слід перевіряти на електродинамічну стійкість за найбільшим миттєвим значенням струму КЗ, який пропускається запобіжником.

ВИБІР ПРОВІДНИКІВ ТА ІЗОЛЯТОРІВ, ПЕРЕВІРКА НЕСУЧИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗА УМОВ ДИНАМІЧНОЇ ДІЇ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

1.4.14. Зусилля, що діють на жорсткі шини і передаються ними на ізолятори і підтримуванні жорсткі конструкції, слід розраховувати за

ГЛАВА 1.4 Вибір електричних апаратів і провідників за умовами короткого замикання ^ ^

найбільшим миттєвим значенням струму трифазного КЗ i_y з урахуванням зсуву між струмами у фазах і без урахування механічних коливань шинної конструкції. В окремих випадках (наприклад, за граничного розрахункового механічного напруження) можуть бути враховані механічні коливання шин та шинних конструкцій.

Імпульси сили, які діють на гнучкі провідники та ізолятори, що їх підтримують, виводи й конструкції, розраховуються за середньоквадратичним (за час проходження) струмом двофазного замикання між сусідніми фазами. За розщеплених провідників і гнучких струмопроводів взаємодія струмів КЗ у провідниках однієї й тієї ж фази визначається за діючим значенням струму трифазного КЗ.

Гнучкі струмопроводи мають перевірятися на схльостування.

1.4.15. Визначені розрахунком відповідно до 1.4.14 механічні зусилля, що передаються в разі виникнення КЗ жорсткими шинами на опорні та прохідні ізолятори, мають становити у разі застосування одиночних ізоляторів не більше 60% відповідних гарантійних значень найменшого руйнівного зусилля; у разі застосування спарених опорних ізоляторів - не більше ніж 100% руйнівного зусилля одного ізолятора.

У разі застосування шин складених профілів (багатосмугові, з двох швелерів тощо) механічне напруження визначають як арифметичну суму напруження від взаємодії фаз і взаємодії елементів кожної шини між собою.

Найбільше механічне напруження в матеріалі жорстких шин не має перевершувати 0,7 тимчасового опору розриву за ГОСТ.

ВИБІР ПРОВІДНИКІВ ЗА УМОВ НАГРІВУ ПІД ЧАС ВИНИКНЕННЯ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

1.4.16. Температура нагріву провідників під час КЗ має бути не вищою за такі гранично допустимі значення, °С:

Шини:

мідні.....	300
алюмінієві.....	200
сталеві, такі, що не мають безпосереднього з'єднання з апаратами	400
сталеві з безпосереднім приєднанням до апаратів	300

Кабелі з паперовою просоченою ізоляцією на напругу, кВ:

до 10	200
20-220.....	125

Кабелі та ізольовані проводи з мідними та алюмінієвими жилами та ізоляцією:

полівінілхлоридною і гумовою	150
поліетиленовою	120

Мідні неізольовані проводи за натягу, Н/мм²:

менше 20	250
20 і більше	200

Алюмінієві неізольовані проводи за натягу, Н/мм²:

менше 10	200
10 і більше	160

Алюмінієва частина сталюалюмінієвих проводів

200

1.4.17. Перевірка кабелів на нагрів струмами КЗ у тих випадках, коли це потрібно відповідно до 1.4.2 і 1.4.3, має проводитися для:

1) одиночних кабелів однієї будівельної довжини, виходячи з того, що КЗ виникло на початку кабелю;

2) одиночних кабелів зі ступінчастими перерізами по довжині, виходячи з КЗ на початку кожної ділянки нового перерізу;

3) пучка з двох і більше паралельно увімкнених кабелів, виходячи з того, що КЗ виникло безпосередньо за пучком (за наскрізним струмом КЗ).

1.4.18. Під час перевірки на термічну стійкість апаратів і провідників ліній, обладнаних пристроями швидкодійного АПВ, має враховуватися підвищення нагріву через збільшення сумарної тривалості проходження струму КЗ по таких лініях.

Розщеплені проводи ПЛ під час перевірки на нагрів в умовах КЗ розглядаються як один провід сумарного перерізу.

ВИБІР АПАРАТІВ ЗА КОМУТАЦІЙНОЮ ЗДАТНІСТЮ

1.4.19. Вимикачі вище 1 кВ слід вибирати:

1) за вимикальною здатністю з урахуванням параметрів відновлювальної напруги;

2) за вимикальною здатністю. При цьому вимикачі генераторів, установлені з боку генераторної напруги, перевіряють тільки на несинхронне вмикання в умовах протифази.

1.4.20. Запобіжники слід вибирати за вимикальною здатністю. При цьому як розрахунковий струм слід приймати діюче значення періодичної складової початкового струму КЗ без урахування струмообмежувальної здатності запобіжників.

1.4.21. Вимикачі навантаження і короткозамикачі слід вибирати за гранично допустимим струмом, який виникає в разі їх увімкнення на КЗ.

1.4.22. Віддільники і роз'єднувачі не потрібно перевіряти за комутаційною здатністю вразі виникнення КЗ. У разі використання віддільників і роз'єднувачів для вимкнення-увімкнення ненавантажених ліній, ненавантажених трансформаторів або зрівняльних струмів паралельних ланцюгів віддільники і роз'єднувачі слід перевіряти за режимом такого вимкнення-увімкнення.

ГЛАВА 1.5 ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

1.5.1. Ця глава Правил містить вимоги до обліку електроенергії в електроустановках. Додаткові вимоги до обліку електроенергії в житлових і громадських будівлях наведено в гл. 7.1².

1.5.2. Розрахунковим обліком електроенергії називається облік

² Зауваження: Главу 7.1 скасовано.

виробленої, а також відпущеної споживачам електроенергії для грошового розрахунку за неї.

Лічильники, які встановлюють для розрахункового обліку, називаються розрахунковими лічильниками.

1.5.3. Технічним (контрольним) обліком електроенергії називається облік для контролю витрати електроенергії всередині електростанцій, підстанцій, підприємств, у будівлях, квартирах тощо.

Лічильники, які встановлюють для технічного обліку, називаються лічильниками технічного обліку.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1.5.4. Облік активної електроенергії має забезпечувати визначення кількості енергії:

- 1) виробленої генераторами електростанцій;
- 2) спожитої на власні та господарські (окремо) потреби електростанцій та підстанцій;
- 3) відпущеної споживачам по лініях, які відходять від шин електростанцій безпосередньо до споживачів;
- 4) переданої в інші енергосистеми або отриманої від них;
- 5) відпущеної споживачам з електричної мережі.

Крім того, облік активної електроенергії має забезпечувати можливість:

- визначення надходження електроенергії до електричних мереж різних класів напруги енергосистеми;
- складання балансів електроенергії для госпрозрахункових підрозділів енергосистеми;
- контроль за дотриманням споживачами заданих ним режимів споживання і балансу електроенергії.

1.5.5. Облік реактивної електроенергії має забезпечувати можливість визначення кількості реактивної електроенергії, отриманої споживачем від електропостачальної організації або переданої їй, тільки в тому разі, якщо за цими даними проводяться розрахунки або контроль дотримання заданого режиму роботи компенсуючих пристроїв.

МІСЦЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАСОБІВ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

1.5.6. Лічильники для розрахунку електропостачальної організації зі споживачами електроенергії рекомендовано встановлювати на межі поділу мережі (за балансовою приналежністю) електропостачальної організації та споживача.

1.5.7. Розрахункові лічильники активної електроенергії на електростанції треба встановлювати:

- 1) для кожного генератора з таким розрахунком, щоб враховувалася вся вироблена генератором електроенергія;
- 2) для всіх приєднань шин генераторної напруги, за якими можлива реверсивна робота, -- по два лічильники зі стопорами;
- 3) для міжсистемних ліній електропередавання - два лічильники зі стопорами, які обчислюють відпущену і отриману електроенергію;
- 4) для ліній усіх класів напруги, які відходять від шин електростанцій і

належать споживачам (див. також 1.5.10).

Для ліній до 10 кВ, які відходять від шин електростанцій, у всіх випадках мають бути виконані кола обліку, збірки затискачів (див.1.5.23), а також передбачені місця для встановлення лічильників;

5) для всіх трансформаторів і ліній, які живлять шини основної напруги (понад 1 кВ) власних потреб (ВП).

Лічильники встановлюють з боку вищої напруги; якщо трансформатори ВП електростанції живляться від шин 35 кВ і вище або відгалуженням від блоків на напрузі понад 10 кВ, допускається встановлювати лічильники з боку нижчої напруги трансформаторів;

б) для ліній господарських потреб (наприклад, живлення механізмів і установок ремонтно-виробничих баз) і сторонніх споживачів, приєднаних до розподільчої установки ВП електростанцій;

7) для кожного обхідного вимикача або для шиноз'єднувального (міжсекційного) вимикача, використовуваного як обхідний для приєднань, які мають розрахунковий облік, - два лічильники зі стопорами.

На електростанціях, обладнаних системами централізованого збору і оброблення інформації, зазначені системи слід використовувати для централізованого розрахункового і технічного обліку електроенергії. На решті електростанцій рекомендовано застосовувати автоматизовану систему обліку електроенергії.

1.5.8. На електростанціях потужністю до 1 МВт розрахункові лічильники активної електроенергії мають встановлюватися тільки для генераторів і трансформаторів ВП або тільки для трансформаторів ВП та відхідних ліній.

1.5.9. Розрахункові лічильники активної електроенергії на підстанції енергосистеми треба встановлювати:

1) для кожної відхідної лінії електропередавання, яка належить споживачам (див. також 1.5.10);

2) для міжсистемних ліній електропередавання - по два лічильники зі стопорами, які обчислюють відпущену і отриману електроенергію; за наявності відгалужень від цих ліній у інші енергосистеми - по два лічильники зі стопорами, що обліковують отриману і відпущену електроенергію, на вводах у підстанції цих енергосистем;

3) на трансформаторах ВП;

4) для ліній господарських потреб або сторонніх споживачів (селище тощо), приєднаних до шин ВП.

5) для кожного обхідного вимикача або для шиноз'єднувального (міжсекційного) вимикача, використовуваного як обхідний для приєднань, які мають розрахунковий облік, - два лічильники зі стопорами.

Для ліній до 10 кВ у всіх випадках мають бути виконані кола обліку, збірки затискачів (див. 1.5.23), а також передбачені місця для встановлення лічильників.

1.5.10. Розрахункові лічильники, які передбачаються відповідно до 1.5.7, п. 4, і 1.5.9, п.1, допускається встановлювати не на живильному, а на приймальному кінці лінії у споживача у разі, коли трансформатори струму на електростанціях і підстанціях, вибрані за струмом КЗ або за характеристиками диференціального захисту шин, не забезпечують необхідної точності обліку електроенергії.

1.5.11. Розрахункові лічильники активної електроенергії на підстанції, що належить споживачеві, мають встановлюватися:

1) на вводі (приймальному кінці) лінії електропередавання до підстанції споживача відповідно до 1.5.10 за відсутності електричного зв'язку з іншою підстанцією енергосистеми або іншого споживача на живильній напрузі;

2) з боку вищої напруги трансформаторів підстанції споживача за наявності електричного зв'язку з іншою підстанцією енергосистеми або наявності іншого споживача на живильній напрузі.

Допускається встановлювати лічильники з боку нижчої напруги трансформаторів у разі, коли трансформатори струму, вибрані за струмом КЗ або за характеристиками диференціального захисту шин, не забезпечують необхідної точності обліку електроенергії, а також коли в наявних вбудованих трансформаторах струму відсутня обмотка класу точності 0,5.

У разі коли встановити додаткові комплекти трансформаторів струму з боку нижчої напруги силових трансформаторів для увімкнення розрахункових лічильників неможливо (КРУ, КРУЗ), допускається організація обліку на відхідних лініях 6-10 кВ.

Для підприємства, що розраховується з електропостачальною організацією за максимумом заявленої потужності, слід передбачати встановлення лічильника з показником максимуму навантаження за наявності одного пункту обліку; за наявності двох або більше пунктів обліку - застосування автоматизованої системи обліку електроенергії;

3) з боку середньої та нижчої напруги силових трансформаторів, якщо з боку вищої напруги застосування вимірювальних трансформаторів не потрібне для інших цілей;

4) на трансформаторах ВП, якщо електроенергія, відпущена на власні потреби, не обчислюється іншими лічильниками; при цьому лічильники рекомендується встановлювати з боку нижчої напруги;

5) на межі поділу основного споживача і стороннього споживача (субабонента), якщо від лінії або трансформаторів споживачів живиться ще сторонній споживач, який перебуває на самостійному балансі.

Для споживачів кожної тарифікаційної групи слід встановлювати окремі розрахункові лічильники.

1.5.12. Лічильники реактивної електроенергії треба встановлювати:

1) на тих самих елементах схеми, на яких встановлено лічильники активної електроенергії для споживачів, які розраховуються за електроенергію з урахуванням дозволеної до використання реактивної потужності;

2) на присіднаннях джерел реактивної потужності споживачів, якщо за ними проводиться розрахунок за електроенергію, видану в мережу енергосистеми, або здійснюється контроль заданого режиму роботи.

Якщо з боку підприємства за згодою енергосистеми проводиться видача реактивної електроенергії в мережу енергосистеми, то необхідно встановлювати два лічильники реактивної електроенергії зі стопорами в тих елементах схеми, де встановлено розрахунковий лічильник активної електроенергії. У всіх інших випадках має встановлюватися один лічильник реактивної електроенергії зі стопором.

Для підприємства, яке розраховується з енергопостачальною організацією за максимумом дозволеної реактивної потужності, слід

передбачати встановлення лічильника з показником максимуму навантаження, за наявності двох або більше пунктів обліку - застосування автоматизованої системи обліку електроенергії.

ВИМОГИ ДО РОЗРАХУНКОВИХ ЛІЧИЛЬНИКІВ

1.5.13. Кожний установлений розрахунковий лічильник повинен мати на гвинтах, які кріплять кожух лічильника, пломби з клеймом держперевірника, а на затискній кришці - пломбу енергопостачальної організації.

На нововстановлюваних трифазних лічильниках мають бути пломби державної перевірки з терміном давності не більше ніж 12 міс, а на однофазних лічильниках - з терміном давності не більше ніж 2 років.

1.5.14. Облік активної та реактивної електроенергії трифазного струму має проводитися за допомогою трифазних лічильників.

1.5.15. Допустимі класи точності розрахункових лічильників активної електроенергії для різних об'єктів обліку наведено нижче:

Генератори потужністю понад 50 МВт, міжсистемні лінії електропередавання 220 кВ і вище,	
трансформатори потужністю 63 МВ-А і більше	0,5 (0,7)*
Генератори потужністю 12-50 МВт, міжсистемні лінії електропередавання 110-150 кВ,	
трансформатори потужністю 10-40 МВ-А	1,0
Інші об'єкти обліку	2,0

* Значення, вказане в дужках, стосується лічильників, що імпортуються.

Клас точності лічильників реактивної електроенергії має вибиратися на один ступінь нижче відповідного класу точності лічильників активної електроенергії.

ОБЛІК ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

1.5.16. Клас точності трансформаторів струму і напруги для приєднання розрахункових лічильників електроенергії повинен бути не більшим ніж 0,5. Допускається використовувати трансформатори напруги класу точності 1,0 для вмикання розрахункових лічильників класу точності 2,0.

Для приєднання лічильників технічного обліку допускається використовувати трансформатори струму класу точності 1,0, а також убудовані трансформатори струму класу точності нижче 1,0, якщо для отримання класу точності 1,0 потрібно встановлювати додаткові комплекти трансформаторів струму.

Трансформатори напруги, які використовуються для приєднання лічильників технічного обліку, можуть мати клас точності вищий 1,0.

1.5.17. Допускається застосовувати трансформатори струму із завищеним коефіцієнтом трансформації (за умов електродинамічної та термічної стійкості або захисту шин), якщо в разі максимального навантаження приєднання струму в вторинній обмотці трансформатора струму становитиме не менше ніж 40% номінального струму лічильника, а в разі мінімального робочого навантаження - не менше 5%.

1.5.18. Приєднувати струмові обмотки лічильників до вторинних

обмоток трансформаторів струму слід, як правило, окремо від кіл захисту і спільно з електровимірювальними приладами.

Допускається здійснювати спільне приєднання струмових кіл, якщо окреме їх приєднання потребує установлення додаткових трансформаторів струму, а спільне приєднання не призводить до зниження класу точності і надійності кіл трансформаторів струму, які використовують для обліку, і забезпечує необхідні характеристики пристроїв релейного захисту.

Використовувати проміжні трансформатори струму для увімкнення розрахункових лічильників заборонено (винятки див. у 1.5.21).

1.5.19. Навантаження вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів, до яких приєднують лічильники, не повинно перевищувати номінальних значень.

Переріз і довжина проводів і кабелів у колах напруги розрахункових лічильників мають вибиратися такими, щоб втрати напруги в цих колах становили не більше ніж 0,25% номінальної напруги за живлення від трансформаторів напруги класу точності 0,5 і не більше ніж 0,5% за живлення від трансформаторів напруги класу точності 1,0. Для забезпечення цієї вимоги допускається застосовувати окремі кабелі від трансформаторів напруги до лічильників.

Втрати напруги від трансформаторів напруги до лічильників технічного обліку мають складати не більше ніж 1,5% номінальної напруги.

1.5.20. Для приєднання розрахункових лічильників на лініях електропередавання 110 кВ і вище допускається встановлення додаткових трансформаторів струму (за відсутності вторинних обмоток для приєднання лічильників, для забезпечення роботи лічильника в необхідному класі точності, за умов навантаження на вторинні обмотки тощо) (див. також 1.5.18).

1.5.21. Для обхідних вимикачів 110 і 220 кВ із вбудованими трансформаторами струму допускається знижувати клас точності цих трансформаторів струму на один ступінь щодо зазначеного в 1.5.16.

Для обхідного вимикача 110 кВ шиноз'єднувального (міжсекційного) вимикача 110 кВ, який використовують як обхідний, з окремо встановленими трансформаторами струму (які мають не більше ніж три вторинні обмотки) допускається вмикання струмових кіл лічильника спільно з колами захисту в разі використання проміжних трансформаторів струму класу точності не більше ніж 0,5; при цьому допускається зниження класу точності трансформаторів струму на один ступінь.

Таке саме увімкнення лічильників і зниження класу точності трансформаторів струму допускається для шиноз'єднувального (міжсекційного) вимикача на напругу 220 кВ, використовуваного як обхідний, з окремо встановленими трансформаторами струму і на напругу 110-220 кВ із вбудованими трансформаторами струму.

1.5.22. Для живлення кіл лічильників можуть застосовуватися як однофазні, так і трифазні трансформатори напруги, у тому числі чотири- і п'ятистріжневі, що застосовуються для контролю ізоляції.

1.5.23. Кола обліку слід виводити на самостійні збірки затискачів або секцій в загальному ряду затискачів. За відсутності збірок затискачів необхідно встановлювати випробувальні блоки.

Затискачі мають забезпечувати закорочування вторинних кіл

трансформаторів струму, вимкнення струмових кіл лічильника і кіл напруги в кожній фазі лічильників у разі їх заміни або перевірки, а також увімкнення зразкового лічильника без від'єднання проводів і кабелів.

Конструкція збірок і коробок затискачів розрахункових лічильників повинна забезпечувати можливість їх пломбування.

1.5.24. Трансформатори напруги, використовувані тільки для обліку і захищені з боку вищої напруги запобіжниками, повинні мати контроль цілості запобіжників.

1.5.25. За декількох систем шин і в разі приєднання кожного трансформатора напруги тільки до своєї системи шин має бути передбачено пристрій для перемикання кіл лічильників кожного приєднання на трансформатори напруги відповідних систем шин.

1.5.26. На підстанціях споживачів конструкція решіток і дверей камер, у яких встановлено запобіжники з боку вищої напруги трансформаторів напруги, які використовують для розрахункового обліку, має забезпечувати можливість їх пломбування.

Рукоятки приводів роз'єднувачів трансформаторів напруги, використовуваних для розрахункового обліку, повинні мати пристосування для їх пломбування.

УСТАНОВЛЕННЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ І ЕЛЕКТРОПРОВОДКА ДО НИХ

1.5.27. Лічильники мають розміщуватися в легкодоступних для обслуговування сухих приміщеннях, у досить вільному і не стисненому для роботи місці за температури в зимовий час, не нижчої ніж 0 °С.

Лічильники загальнопромислового виконання не дозволено встановлювати в приміщеннях, де за виробничими умовами температура може часто перевищувати —40 °С, а також у приміщеннях з агресивними середовищами.

Лічильники допускається розміщувати в неопалюваних приміщеннях і коридорах розподільчих установок електростанцій та підстанцій, а також у шафах зовнішнього встановлення. При цьому має бути передбачено стаціонарне їх утеплення на зимовий час за допомогою утеплювальних шаф, ковпаків з підігріванням повітря всередині них електричною лампою або нагрівальним елементом для забезпечення всередині ковпака позитивної температури, але не вищої +20 °С.

1.5.28. Лічильники, призначені для обліку електроенергії, яка виробляється генераторами електростанцій, слід розташовувати в приміщеннях з середньою температурою навколишнього повітря від +15 до +25 °С. За відсутності таких приміщень лічильники рекомендовано розташовувати в спеціальних шафах, де має підтримуватися зазначена температура протягом усього року.

1.5.29. Лічильники треба встановлювати в шафах, камерах комплектних розподільчих установок (КРУ, КРУЗ), на панелях, щитах, у нішах, на стінах, які мають жорстку конструкцію.

Допускається кріплення лічильників на дерев'яних, пластмасових або металевих щитках. Висота від підлоги до коробки затискачів лічильників має

бути в межах від 0,8 до 1,7 м. Допускається висота, менше ніж 0,8 м, але не менше ніж 0,4 м.

1.5.30. У місцях, де є небезпека механічних пошкоджень лічильників або їх забруднення, або в місцях, доступних для сторонніх осіб (проходи, сходові клітки тощо), для лічильників має передбачатися шафа, яка закривається, з віконцем на рівні циферблата. Аналогічні шафи мають установлюватися також для спільного розміщення лічильників і трансформаторів струму в разі здійснення обліку з боку нижчої напруги (на вводі у споживачів).

1.5.31. Конструкції та розміри шаф, ніш, щитків тощо повинні забезпечувати зручний доступ до затискачів лічильників і трансформаторів струму. Крім того, має бути забезпечено можливість зручної заміни лічильника та установлення його з нахилом, не більшим ніж 1°. Конструкція його кріплення має забезпечувати можливість установлення і знімання лічильника з лицьового боку.

1.5.32. Електропроводки до лічильників мають відповідати вимогам, наведеним у гл. 2.1 і 3.4.

1.5.33. В електропроводці до розрахункових лічильників наявність паянь не допускається.

1.5.34. Перерізи проводів і кабелів, які приєднуються до лічильників, треба приймати відповідно до 3.4.4 (див. також 1.5.19).

1.5.35. Під час монтажу електропроводки для приєднання лічильників безпосереднього увімкнення біля лічильників необхідно залишати кінці проводів завдовжки не менше ніж 120 мм. Ізоляція або оболонка нульового проводу на довжині 100 мм перед лічильником повинні мати відмітне забарвлення.

1.5.36. Для безпечного встановлення і заміни лічильників у мережах напругою до 380 В слід передбачати можливість вимкнення лічильника встановленими до нього на відстані не більше ніж 10 м комутаційним апаратом або запобіжниками. Зняття напруги має передбачатися з усіх фаз, які приєднуються до лічильника.

Трансформатори струму, які використовуються для приєднання лічильників на напруги до 380 В, треба установлювати після комутаційних апаратів у напрямку потоку потужності.

1.5.37. Заземлення (занулення) лічильників і трансформаторів струму має виконуватися відповідно до вимог гл. 1.7. При цьому заземлювальні та нульові захисні провідники від лічильників і трансформаторів струму на напругу до 1 кВ до найближчої збірки затискачів мають бути мідними.

1.5.38. За наявності на об'єкті декількох приєднань з окремим обліком електроенергії на панелях лічильників має бути написано найменування приєднань.

ТЕХНІЧНИЙ ОБЛІК

1.5.39. На теплових і атомних електростанціях з агрегатами (блоками), не обладнаними інформаційними або керуючими обчислювальними машинами, слід установлювати стаціонарні або застосовувати інвентарні переносні лічильники

технічного обліку в системі ВП для можливості розрахунків техніко-економічних показників. При цьому встановлення лічильників активної електроенергії має проводитися в колах електродвигунів, які живляться від шин розподільчої установки основної напруги (понад 1 кВ) власних потреб, і в колах усіх трансформаторів, які живляться від цих шин.

1.5.40. На електростанціях з поперечними зв'язками (які мають загальний паропровід) треба передбачати з боку генераторної напруги підвищувальних трансформаторів технічну можливість встановлення (в умовах експлуатації) лічильників технічного обліку активної електроенергії, застосовуваних для контролю правильності роботи розрахункових генераторних лічильників.

1.5.41. Лічильники активної електроенергії для технічного обліку слід встановлювати на підстанціях напругою 35 кВ і вище енергосистем: з боку середньої та нижчої напруги силових трансформаторів; на кожній відхідній лінії електропередавання 6 кВ і вище, яка знаходиться на балансі енергосистеми.

Лічильники реактивної електроенергії для технічного обліку слід встановлювати з боків середньої та нижчої напруги силових трансформаторів підстанцій 35 кВ і вище енергосистем.

Зазначені вимоги до встановлення лічильників електроенергії підлягають реалізації в міру забезпечення лічильниками.

1.5.42. На підприємствах слід передбачати технічну можливість встановлення (в умовах експлуатації) стаціонарних або застосування інвентарних переносних лічильників для контролю за дотриманням лімітів витрати електроенергії цехами, технологічними лініями, окремими енергоємними агрегатами, для визначення витрати електроенергії на одиницю продукції або напівфабрикату.

Допускається встановлювати лічильники технічного обліку на вводі підприємства, якщо розрахунковий облік із цим підприємством проводиться за лічильниками, встановленими на підстанціях або електростанціях енергосистем.

На встановлення і зняття лічильників технічного обліку на підприємствах дозвіл енергопостачальної організації не потрібен.

1.5.43. Прилади технічного обліку на підприємствах (лічильники і вимірювальні трансформатори) повинні знаходитися у віданні самих споживачів і задовольняти вимогам 1.5.13 (за винятком вимоги про наявність пломби енергопостачальної організації), 1.5.14 і 1.5.15.

1.5.44. Класи точності лічильників технічного обліку активної електроенергії мають відповідати значенням, наведеним нижче:

Для ліній електропередавання з двостороннім живленням напругою 220 кВ і вище, трансформаторів потужністю 63 МВ*А і більше	1,0
Для інших об'єктів обліку	2,0

Класи точності лічильників технічного обліку реактивної електроенергії допускається вибирати на один ступінь нижче ніж відповідні класи точності

лічильників технічного обліку активної електроенергії.

ГЛАВА 1.6 ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.6.1. Ця глава Правил поширюється на вимірювання електричних величин, що здійснюються за допомогою стаціонарних засобів (показувальних, реєструвальних, фіксувальних тощо).

Правила не поширюються на лабораторні вимірювання і на вимірювання, здійснювані за допомогою переносних приладів.

Вимірювання неелектричних величин, а також вимірювання інших електричних величин, не регламентованих цими Правилами, які потрібні у зв'язку з особливостями технологічного процесу або основного устаткування, виконуються на підставі відповідних нормативних документів.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1.6.2. Засоби вимірювань електричних величин мають задовольняти таким основним вимогам:

- 1) клас точності вимірювальних приладів має бути не гіршим ніж 2,5;
- 2) класи точності вимірювальних шунтів, додаткових резисторів, трансформаторів і перетворювачів мають бути не гірші від наведених у табл. 1.6.1.
- 3) межі вимірювання приладів мають вибиратися з урахуванням можливих найбільших тривалих відхилень вимірюваних величин від номінальних значень.

Таблиця 1.6.1. Класи точності засобів вимірювань

Клас точності приладу	Клас точності шунта, додаткового резистора	Клас точності вимірювального перетворювача	Клас точності вимірювального трансформатора
1,0	0,5	0,5	0,5
1,5	0,5	0,5*	0,5*
2,5	0,5	1,0	1,0**
* Дopusкається 1,0. ** Дopusкається 3,0.			

1.6.3. Установлення вимірювальних приладів, як правило, має влаштовуватися в пунктах, звідки здійснюється керування ними.

На підстанціях і гідроелектростанціях без постійного чергування оперативного персоналу допускається не встановлювати стаціонарні показувальні прилади, при цьому мають бути передбачені місця для приєднання переносних приладів спеціально навченим персоналом.

1.6.4. Вимірювання на лініях електропередавання 330 кВ і вище, а також на генераторах і трансформаторах треба проводити безперервно.

На генераторах і трансформаторах гідроелектростанцій допускається проводити вимірювання періодично за допомогою засобів централізованого

контролю.

Допускається проводити вимірювання « за викликом» на спільний для декількох приєднань (за винятком зазначених у першому абзаці) комплект показувальних приладів, а також застосовувати інші засоби централізованого контролю.

1.6.5. Під час встановлення реєструвальних приладів у оперативному контурі пункту керування допускається не встановлювати показувальні прилади для безперервного вимірювання тих самих величин.

ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ

1.6.6. Вимірювання струму має проводитися в колах усієї напруги, де воно необхідне для систематичного контролю технологічного процесу або устаткування.

1.6.7. Вимірювання постійного струму має проводитися в колах:

- 1) генераторів постійного струму і силових перетворювачів;
- 2) акумуляторних батарей, зарядних, підзарядних і розрядних пристроїв;
- 3) збудження синхронних генераторів, компенсаторів, а також електродвигунів з регульованим збудженням.

Амперметри постійного струму повинні мати двосторонні шкали, якщо можлива зміна напрямку струму.

1.6.8. У колах змінного трифазного струму слід, як правило, вимірювати струм однієї фази.

Вимірювання струму кожної фази слід проводити:

- 1) для синхронних турбогенераторів потужністю 12 МВт і більше;
- 2) для ліній електропередавання з пофазним керуванням, ліній з подовжньою компенсацією і ліній, для яких передбачено монслівість тривалої роботи в неповно- фазному режимі; в обґрунтованих випадках може бути передбачено вимірювання струму кожної фази ліній електропередавання 330 кВ і вище з трифазним керуванням;

- 3) для дугових електропечей.

ВИМІРЮВАННЯ НАПРУГИ

1.6.9. Вимірювання напруги, як правило, має проводитися:

- 1) на секціях збірних шин постійного і змінного струму, які можуть працювати окремо.

Допускається встановлювати один прилад з перемиканням на декілька точок вимірювання.

На підстанціях допускається вимірювати напругу тільки з боку нижчої напруги, якщо встановлення трансформаторів напруги з боку вищої напруги не потрібне для інших цілей;

- 2) у колах генераторів постійного і змінного струму, синхронних компенсаторів, а також в окремих випадках у колах агрегатів спеціального призначення.

У разі автоматизованого пуску генераторів або інших агрегатів встановлювати на них прилади для безперервного вимірювання напруги не обов'язково;

- 3) у колах збудження синхронних машин потужністю 1 МВт і більше. У

колах збудження гідрогенераторів вимірювання не обов'язкове;

4) у колах силових перетворювачів, акумуляторних батарей, зарядних і під-зарядних пристроїв;

5) у колах дугогасних реакторів.

1.6.10. У трифазних мережах проводиться вимірювання, як правило, однієї міжфазної напруги. У мережах напругою понад 1 кВ з ефективно заземленою нейтраллю допускається вимірювання трьох міжфазних напруг для контролю справності кіл напругою одним приладом (з перемиканням).

1.6.11. Має проводитися реєстрація значень однієї міжфазної напруги збірних шин 110 кВ і вище (або відхилення напруги від заданого значення) електростанцій і підстанцій, за напругою на яких ведеться режим енергосистеми.

КОНТРОЛЬ ІЗОЛЯЦІЇ

1.6.12. У мережах змінного струму понад 1 кВ з ізолюваною або заземленою через дугогасний реактор нейтраллю, у мережах змінного струму до 1 кВ з ізолюваною нейтраллю і в мережах постійного струму з ізолюваними полюсами або з ізолюваною середньою точкою, як правило, має виконуватися автоматичний контроль ізоляції, що діє на сигнал під час зниження опору ізоляції однієї з фаз (або полюсу) нижче від заданого значення, з наступним контролем асиметрії напруги за допомогою показувального приладу (з перемиканням).

Допускається здійснювати контроль ізоляції шляхом періодичних вимірювань напруги з метою візуального контролю асиметрії напруги.

ВИМІРЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ

1.6.13. Вимірювання потужності має проводитися в колах:

1) генераторів - активної і реактивної потужності.

Під час встановлення на генераторах потужністю 100 МВт і більше щитових показувальних приладів їх клас точності має бути не гірше ніж 1,0.

На електростанціях потужністю 200 МВт і більше повинна також вимірюватися сумарна активна потужність.

Рекомендовано вимірювати сумарну активну потужність електростанцій потужністю менше 200 МВт за необхідності автоматичного передавання цього параметра на вищий рівень оперативного керування;

2) конденсаторних батарей потужністю 25 Мвар і більше і синхронних компенсаторів - реактивної потужності;

3) трансформаторів і ліній, що живлять ВП напругою 6 кВ і вище теплових електростанцій, - активної потужності;

4) двообмоткових підвищувальних трансформаторів електростанцій - активної і реактивної потужності. У колах триобмоткових підвищувальних трансформаторів (або автотрансформаторів з використанням обмотки нижчої напруги) вимірювання активної і реактивної потужності треба проводити з боків середньої і нижчої напруги.

Для трансформатора, який працює в блоці з генератором, вимірювання потужності зі сторони нижчої напруги слід проводити в колі генератора;

5) знижувальних трансформаторів 220 кВ і вище - активною і реактивною, напругою 110-150 кВ - активної потужності.

У колах знижувальних двообмоткових трансформаторів вимірювання потужності повинне проводитися з боку нижчої напруги, а в колах знижувальних триобмоткових трансформаторів - з боків середньої і нижчої напруги.

На підстанціях 110-220 кВ без вимикачів з боку вищої напруги вимірювання потужності можна не виконувати. При цьому мають передбачатися місця для приєднання контрольних показувальних або реєструвальних пристроїв;

б) ліній напругою 110 кВ і вище з двостороннім живленням, а також обхідних вимикачів - активної та реактивної потужності;

7) на інших елементах підстанцій, де для періодичного контролю режимів мережі необхідні вимірювання перетікань активної та реактивної потужності, має бути передбачено можливість приєднання контрольних переносних приладів.

1.6.14. Під час встановлення щитових показувальних приладів у колах, у яких напруга потужності може змінюватися, ці прилади повинні мати двосторонню шкалу.

1.6.15. Має проводитися реєстрація:

- 1) активної потужності турбогенераторів (потужністю 60 МВт і більше);
- 2) сумарної потужності електростанцій (потужністю 200 МВт і більше).

ВИМІРЮВАННЯ ЧАСТОТИ

1.6.16. Вимірювання частоти має здійснюватися:

- 1) на кожній секції шин генераторної напруги;
- 2) на кожному генераторі блокової теплової або атомної електростанцій;
- 3) на кожній системі (секції) шин вищої напруги електростанцій;
- 4) у вузлах можливого поділу енергосистеми на частини, які працюють несинхронно.

1.6.17. Реєстрація частоти або її відхилення від заданого значення має проводитися:

- 1) на електростанціях потужністю 200 МВт і більше;
- 2) на електростанціях потужністю 6 МВт і більше, які працюють ізольовано.

1.6.18. Абсолютна погрішність реєструвальних частотомірів на електростанціях, які беруть участь у регулюванні потужності, має бути не більше ніж $\pm 0,1$ Гц.

ВИМІРЮВАННЯ ПРИ СИНХРОНІЗАЦІЇ

1.6.19. Для вимірювань за точної (ручної або напівавтоматичної) синхронізації треба передбачати такі прилади: два вольтметри (або подвійний вольтметр); два частотоміри (або подвійний частотомір); синхроскоп.

РЕЄСТРАЦІЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЕЛИЧИН У АВАРІЙНИХ РЕЖИМАХ

1.6.20. Для автоматичної реєстрації аварійних процесів у електричній частині енергосистеми треба передбачати автоматичні осцилографи.

Розміщувати автоматичні осцилографи на об'єктах, а також вибирати електричні параметри, які ними реєструються, як правило, слід відповідно до рекомендацій, наведених у табл. 1.6.2 та 1.6.3.

Таблиця 1.6.2. Рекомендації щодо розміщення автоматичних аварійних осцилографів на об'єктах енергосистем

Напруга розподільчої установки, кВ	Схема розподільчої установки	Кількість ліній, підключених до секції (системи шин) розподільчої установки	Кількість установлюваних осцилографів
1	2	3	4
750	Будь-яка	Будь-яка	Один для кожної лінії (переважно із записом передаварійного режиму)
500		Одна або дві	Один для кожної лінії (без запису передаварійного режиму)
500	-*-	Три або більше	Один для кожної лінії (переважно хоча б на одній з ліній із записом передаварійного режиму)
330		Одна	Не встановлюється
330		Дві або більше	Один для кожної лінії (без запису передаварійного режиму)
220	Із секціями або системами шин	Одна або дві на кожну секцію або робочу систему шин	Один для двох секцій або робочих систем шин (без запису передаварійного режиму)
220	Те саме	Три або чотири на кожну секцію або робочу систему шин	Один для кожної секції або робочої системи шин (без запису передаварійного режиму)
220		П'ять або більше на кожну секцію або робочу систему шин	Один-два для кожної секції або робочої системи шин з одним пусковим пристроєм (без запису передаварійного режиму)

1	2	3	4
220	Полуторна або багатокутник	Три або більше	Один для трьох-чотирьох ліній або для кожної системи шин (без запису передаварійного режиму)
220	Без вимикачів 220 кВ або з одним вимикачем	Одна або дві	Не встановлюється
220	Трикутник, чотирикутник, місток	Те саме	Допускається встановлення одного автоматичного осцилографа, якщо на протилежних кінцях ліній 220 кВ немає автоматичних осцилографів
110	Із секціями або системами шин	Одна-три на кожну секцію або систему шин	Один для двох секцій або робочих систем шин (без запису передаварійного режиму)
110	Із секціями або системами шин	Чотири-шість на кожну секцію або роботу	Один для кожної секції або робочої системи шин (без запису передаварійного режиму)
110	Із секціями або системами шин	Сім або більше на кожну секцію або роботу систему шин	Один для кожної секції або робочої системи шин. Допускається встановлення двох автоматичних осцилографів для кожної секції або робочої системи шин (без запису передаварійного режиму)
110	Без вимикачів збоку 110 кВ, місток, трикутник, чотирикутник	Одна або дві	Не встановлюється

За узгодженням з енергосистемами (районними енергетичними управліннями) можуть передбачатися реєструвальні пристрої з прискореним записом під час аварії (для реєстрації електричних параметрів, не контрольованих за допомогою автоматичних осцилографів).

1.6.21. На електричних станціях, які належать споживачеві і мають зв'язок з енергосистемою (блок-станціях), автоматичні аварійні осцилографи мають передбачатися для кожної системи шин 110 кВ і вище, через які здійснюється зв'язок з енергосистемою по лініях електропередавання. Ці осцилографи, як правило, мають реєструвати напруги (фазні та нульової послідовності) відповідної системи шин, струми (фазні та нульової послідовності) ліній електропередавання, які пов'язують блок-станцію з системою.

1.6.22. Для реєстрації дії пристроїв протиаварійної системної автоматики рекомендовано встановлювати додаткові осцилографи. Розміщення додаткових осцилографів і вибір параметрів, які ними реєструються, треба передбачати в проектах протиаварійної системної автоматики.

1.6.23. Для визначення місць пошкоджень на ПЛ 110 кВ і вище завдовжки понад 20 км треба передбачати фіксувальні прилади.

Таблиця 1.6.3. Рекомендації щодо вибору електричних параметрів, реєстрованих автоматичними аварійними осцилографами

Напруга розподільчої установки, кВ	Параметри, рекомендовані для реєстрації автоматичними осцилографами
750, 500, 330	Фазна напруга трьох фаз ліній. Напруга і струм нульової послідовності ліній. Струми двох або трьох фаз ліній. Струм підсилювача потужності, струм прийому високочастотного приймача та положення контактів вихідного проміжного реле високочастотного захисту
220, 110	Фазна напруга і напруга нульової послідовності секції або робочої системи шин. Струми нульової послідовності ліній, приєднаних до секції або робочої системи шин. Фазні струми (двох або трьох фаз) найбільш відповідальних ліній. Струми прийому високочастотних приймачів диференціально-фазних захистів міжсистемних ліній електропередавання

ГЛАВА 1.7
ЗАЗЕМЛЕННЯ І ЗАХИСНІ ЗАХОДИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ



МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

НАКАЗ

28 серпня 2006 р.

м. Київ

№ 305

**ПРО ЗАТВЕРДЖЕННЯ ТА ВВЕДЕННЯ В ДІЮ НОВОЇ РЕДАКЦІЇ ГЛАВИ
1.7 ПРАВИЛ УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

З метою введення в дію нової редакції глави 1.7 «Заземлення і захисні заходи електробезпеки» Правил улаштування електроустановок (далі - ПУЕ)

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити у новій редакції главу 1.7 ПУЕ «Заземлення і захисні заходи електробезпеки», яка набирає чинності з 1 січня 2007 року (додається).

2. Госпрозрахунковому підрозділу «Науково-інженерний енергосервісний центр» інституту «Укрсілєнергопроект» (Білоусов В.І.) внести главу 1.7 ПУЕ до реєстру та комп'ютерного банку даних чинних нормативних документів Мін- паливенерго.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Коданьовій В.Т.) забезпечити видання та розповсюдження глави 1.7 ПУЕ на підставі замовлень зацікавлених організацій та фактичної оплати.

4. Департаменту з питань електроенергетики (Меженний С.Я.), Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Коданьова В.Т.) та інституту «Укрсілєнергопроект» (Лях В.В.) протягом місяця з дня підписання наказу розробити програму заходів щодо впровадження нової глави 1.7 ПУЕ.

5. Інституту «Укрсілєнергопроект» (Лях В.В.) забезпечити науково-технічний супровід процесу впровадження нової редакції глави 1.7 ПУЕ.

6. З моменту введення в дію нової редакції глави 1.7 ПУЕ визнати такою, що втратила чинність, главу 1.7 ПУЕ шостого видання «Заземление и защитные меры электробезопасности», затверджену 30 квітня 1980 р. Головтехуправлінням і Держенергонаглядом Міненерго СРСР.

7. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра палива та енергетики України Шеберстова О.М.

Міністр

Ю. Бойко

ЗАТВЕРДЖЕНО
наказом Мінпаливенерго
України
від 28 серпня 2006 р. № 305

ГЛАВА 1.7 ЗАЗЕМЛЕННЯ І ЗАХИСНІ ЗАХОДИ ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.7.1. Ця глава Правил поширюється на електроустановки змінного і постійного струму, призначені для виробництва, перетворення, трансформації, передавання та розподілу електроенергії, які проектуються, будуються або реконструюються, і містить загальні вимоги до їх електробезпеки як у нормальному режимі роботи електроустановок, так і в разі пошкодження ізоляції. Вимоги цієї глави можуть також застосовуватися до діючих електроустановок з метою підвищення їх електробезпеки.

Заходи електробезпеки в електроустановках напругою до 1 кВ будинків і споруд (житлових, адміністративно-побутових, громадських, цехових тощо) регламентуються ДБН В.2.5-27-2006 та іншими чинними в Україні нормативними документами.

1.7.2. Щодо заходів електробезпеки електроустановки поділяють на:

- електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах із глухозазем- леною нейтраллю;
- електроустановки напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізольованою нейтраллю;
- електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах з ізольованою, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю;
- електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах із глухоза- земленою або ефективно заземленою нейтраллю.

Примітка. Вимоги цієї глави до електроустановок напругою до 1 кВ стосуються також електроустановок напругою до 1,5 кВ постійного та випрямленого струму, змінна складова якого не перевищує 10% діючого значення.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

1.7.3. Електробезпека - відсутність загрози з боку електроустановки життю, здоров'ю та майну людей, тваринам, рослинам і довкіллю, яка перевищує допустимий ризик.

1.7.4. Електрична мережа з ефективно заземленою нейтраллю - трифазна

електрична мережа напругою понад 1 кВ, в якій коефіцієнт замикання на землю - не перевищує 1,4.

Коефіцієнт замикання на землю у трифазній мережі - відношення різниці потенціалів між неушкодженою фазою і землею в точці замикання на землю другої або двох інших фаз до різниці потенціалів між фазою і землею в цій точці до замикання.

1.7.5. Глухозаземлена нейтраль - нейтраль генератора або трансформатора, приєднана до заземлювального пристрою безпосередньо або через малий опір (наприклад, через трансформатори струму) Глухозаземленим може бути також вивід джерела однофазного струму або полюс джерела постійного струму у двопровідних мережах, а також середня точка джерела в трипровідних мережах змінного і постійного струму.

Середня точка - спільна точка між двома симетричними елементами кола, протилежні кінці яких приєднано до різних лінійних провідників того ж самого кола.

Лінійний (фазний) провідник - провідник, який у нормальному режимі роботи електроустановки знаходиться під напругою і використовується для передавання і розподілу електричної енергії, але не є провідником середньої точки або нейтральним провідником.

1.7.6. Ізольована нейтраль - нейтраль генератора або трансформатора, не приєднана до заземлювального пристрою або приєднана до нього через великий опір приладів сигналізації, вимірювання та інших подібних до них пристроїв, наявність яких практично не впливає на струм замикання на землю.

Компенсована нейтраль - нейтраль генератора або трансформатора, приєднана до заземлювального пристрою через дугогасні реактори для компенсації ємнісного струму в мережі під час однофазних замикань на землю.

Заземлена через резистор нейтраль - нейтраль генератора або трансформатора в мережі з ізольованою або компенсованою нейтраллю, приєднана до заземлювального пристрою через резистор, наприклад, для захисту мережі від перенапруг або (і) виконання селективного захисту в разі замикання на землю, що призводить до збільшення струму замикання.

1.7.7. Провідна частина - будь-яка частина, яка має властивість проводити електричний струм.

1.7.8. Провідник - провідна частина, призначена для проведення електричного струму певного значення.

1.7.9. Струмівідна частина - провідник або провідна частина, що перебуває в процесі її нормальної роботи під напругою, включаючи нейтральний провідник, але не РЕБІ-провідник.

1.7.10. Відкрита провідна частина - провідна частина електроустановки, доступна для дотику, яка в процесі роботи не перебуває під робочою напругою, але може опинитися під напругою в разі пошкодження ізоляції струмівідних частин (наприклад, корпуси електрообладнання тощо).

1.7.11. Стороння провідна частина - провідна частина, яка не є частиною електроустановки, здатна виносити електричний потенціал, як правило, електричний потенціал локальної землі (наприклад, рейки під'їзних колій, будівельні металоконструкції, металеві труби і оболонки комунікацій тощо).

1.7.12. Прямий дотик - електричний контакт людей або тварин зі струмовідними частинами, що перебувають під напругою, або наближення до них на небезпечну відстань.

Електричний контакт - стан двох або більше провідних частин, які дотикаються одна до одної випадково або навмисно і утворюють єдину безперервну провідну частину.

1.7.13. Непрямий дотик - електричний контакт людей або тварин з відкритою провідною частиною, яка опинилася під напругою внаслідок пошкодження ізоляції.

1.7.14. Захист від прямого дотику - захист, який запобігає ураженню електричним струмом за відсутності пошкодження ізоляції провідників.

1.7.15. Захист у разі непрямого дотику - захист, який запобігає ураженню електричним струмом у випадку одиничного пошкодження.

1.7.16. Заземлювач - провідна частина (провідник) або сукупність з'єднаних між собою провідних частин (провідників), які перебувають в електричному контакті із землею безпосередньо або через проміжне провідне середовище, наприклад, бетон.

1.7.17. Штучний заземлювач - заземлювач, який спеціально виконують з метою заземлення.

1.7.18. Природний заземлювач - провідна частина, яка крім своїх безпосередніх функцій одночасно може виконувати функції заземлювача (наприклад, арматура фундаментів та інженерних комунікацій будівель і споруд, підземна частина металевих і залізобетонних опор ПЛ тощо).

1.7.19. Електрично незалежні заземлювачі - заземлювачі, розташовані на такій відстані один від одного, що максимально можливий струм, який може стікати в землю по одному з них, суттєво не впливає на електричний потенціал інших.

1.7.20. Заземлювальний провідник - провідник, який з'єднує заземлювач з визначеною точкою системи або електроустановки чи обладнання.

1.7.21. Заземлювальний пристрій - сукупність електрично з'єднаних між собою заземлювача і заземлювальних провідників, включаючи елементи їх з'єднання.

1.7.22. Заземлення - виконання електричного з'єднання між визначеною точкою системи або установки або обладнання і локальною землею (див. 1.7.31).

Примітка. З'єднання з локальною землею може бути навмисним, ненавмисним і випадковим, а також постійним або тимчасовим.

Захисне заземлення - заземлення точки чи точок системи, установки або обладнання з метою забезпечення електробезпеки.

Термін «заземлення», прийнятий у главі, слід розуміти як «захисне заземлення».

Функціональне (робоче) заземлення - заземлення точки чи точок системи, установки або обладнання з метою, що не пов'язана з електробезпекою (наприклад, для забезпечення електромагнітної сумісності).

1.7.23. Захисний провідник - провідник, призначений для забезпечення електробезпеки.

Захисний заземлювальний провідник - заземлювальний провідник,

призначений для захисного заземлення.

Провідник системи зрівнювання потенціалів - захисний провідник, призначений для захисного зрівнювання потенціалів.

РЕ-провідник (РЕ від англ. *«protective earthing»* - захисне заземлення) - захисний провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, призначений для захисту від ураження електричним струмом.

1.7.24. Нейтральний провідник (N-провідник) - провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, електрично з'єднаний з нейтральною точкою джерела живлення, що використовується для розподілення електричної енергії.

Нейтральна точка - спільна точка з'єднаної в зірку багатофазної системи або заземлена точка однофазної системи.

Провідник середньої точки (M-провідник) - провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, який електрично з'єднаний з середньою точкою джерела живлення і використовується для розподілення електричної енергії.

1.7.25. PEN-провідник - провідник в електроустановках напругою до 1 кВ, який поєднує в собі функції - захисного (PE-) і нейтрального (N-) провідників.

Примітка. Терміни «нейтральний» і «захисний» провідники в системі TN є синонімами відповідних термінів «нульовий робочий» і «нульовий захисний» провідники, які були в попередніх редакціях ПУЕ, і не відповідають термінам міжнародних стандартів.

1.7.26. Тип заземлення системи - показник, який характеризує влаштування нейтрального провідника (N-провідника) або провідника середньої точки (M-провідника) і з'єднання з землею струмовідних частин джерела живлення та відкритих провідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ.

Відповідно до ГОСТ 30331.2 прийнято такі позначення типу заземлення системи:

система TN - система, в якій мережа живлення має глухе заземлення однієї точки струмовідних частин джерела живлення, а електроприймачі і відкриті провідні частини електроустановки приєднуються до цієї точки за допомогою відповідно N- або M- і захисного PE-провідників;

система TN-S - система TN, в якій N- або M- і PE-провідники розділено по всій мережі;

система TN-C - система TN, в якій N- або M- і PE-провідники поєднано в одному PEN-провіднику по всій мережі;

система TN-C-S - система TN, в якій N- або M- і PE-провідники поєднано в одному провіднику в частині мережі, починаючи від джерела живлення;

система TT - система, одну точку струмовідних частин джерела живлення якої заземлено, а відкриті провідні частини електроустановки приєднано до PE-провідника, з'єднаного із заземлювачем, електрично незалежним від заземлювача, до якого приєднано точку струмовідних частин джерела живлення;

система IT - система, в якій мережу живлення ізолювано від землі чи

заземлено через прилади або (і) пристрої, що мають великий опір, а відкриті провідні частини електроустановки присьднано до заземленого РЕ-провідника.

На рисунках 1.7.1 і 1.7.2 подано приклади виконання систем TN, TT та IT відповідно в трифазних електроустановках змінного струму та в електроустановках постійного струму, де прийнято такі умовні позначення:

V^A	N-провідник (M-провідник);
~ 7	PEN-провідник;
захисний Z-	провідник (PE-провідник)

Для систем TT і IT подано можливі варіанти приєднання PE-провідників до заземлювального пристрою.

Літерні позначення типу заземлення системи означають:

перша літера - характер заземлення джерела живлення:

T (від лат. «*terra*» - земля) - безпосереднє приєднання однієї точки струмовідних частин джерела живлення до заземлювального пристрою. У трифазних мережах такою точкою, як правило, є нейтраль джерела живлення (якщо нейтраль недоступна, то заземлюють фазний провідник), у трипровідних мережах однофазного струму і постійного струму - середня точка, а у двопровідних мережах - один з виводів джерела однофазного струму або один з полюсів джерела постійного струму;

I (від англ. «*isolated*» - ізолюваний) - усі струмовідні частини джерела живлення ізолювано від землі або одну точку заземлено через великий опір (наприклад, через опір приладів контролю ізоляції);

друга літера - характер заземлення відкритих провідних частин електроустановки:

N (від англ. «*neutral*» - нейтраль) - безпосередній зв'язок відкритих провідних частин електроустановки з точкою заземлення джерела живлення;

T - безпосередній зв'язок відкритих провідних частин із землею незалежно від характеру зв'язку джерела живлення із землею.

Наступні літери в системі TN позначають влаштування нейтрального N і захисного PE-провідників:

S (від англ. «*separate*» - розділяти) - функції N- і PE-провідників виконують окремі провідники;

C (від англ. «*combine*» - об'єднувати) - функції N- і PE-провідників виконує один PEN-провідник.

1.7.27. Замикання на землю - виникнення випадкового провідного кола між провідником, який перебуває під напругою, і землею (заземлювальним пристроєм) безпосередньо або через проміжні провідні частини (пошкоджену ізоляцію, будівельні конструкції, рослини тощо).

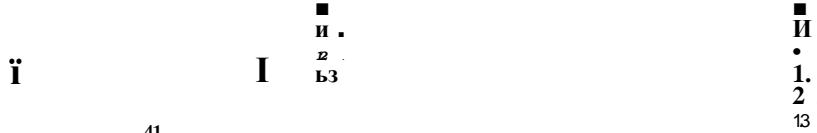
1.7.28. Струм замикання на землю - струм, який проходить у землю через місце замикання.

1.7.29. Струм витоку - небажаний струм, який стікає зі струмовідних частин у землю або неізолювані від землі провідні частини у разі відсутності пошкоджень в електричному колі.

ГЛАВА 1.7
Заземлення і
захисні заходи
електробезпеки
ДЖ

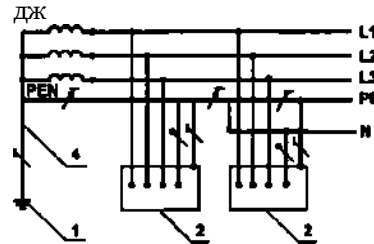
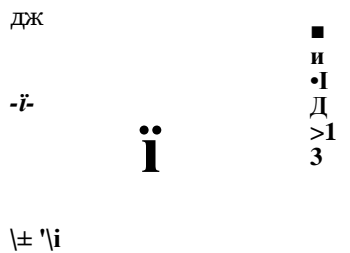
Система
ТК-в

Д
Ж

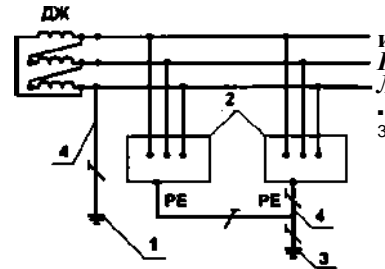
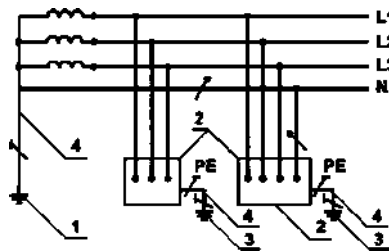


Система ТИ-С

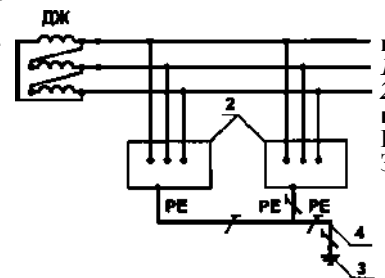
Система ТТО-С-Э



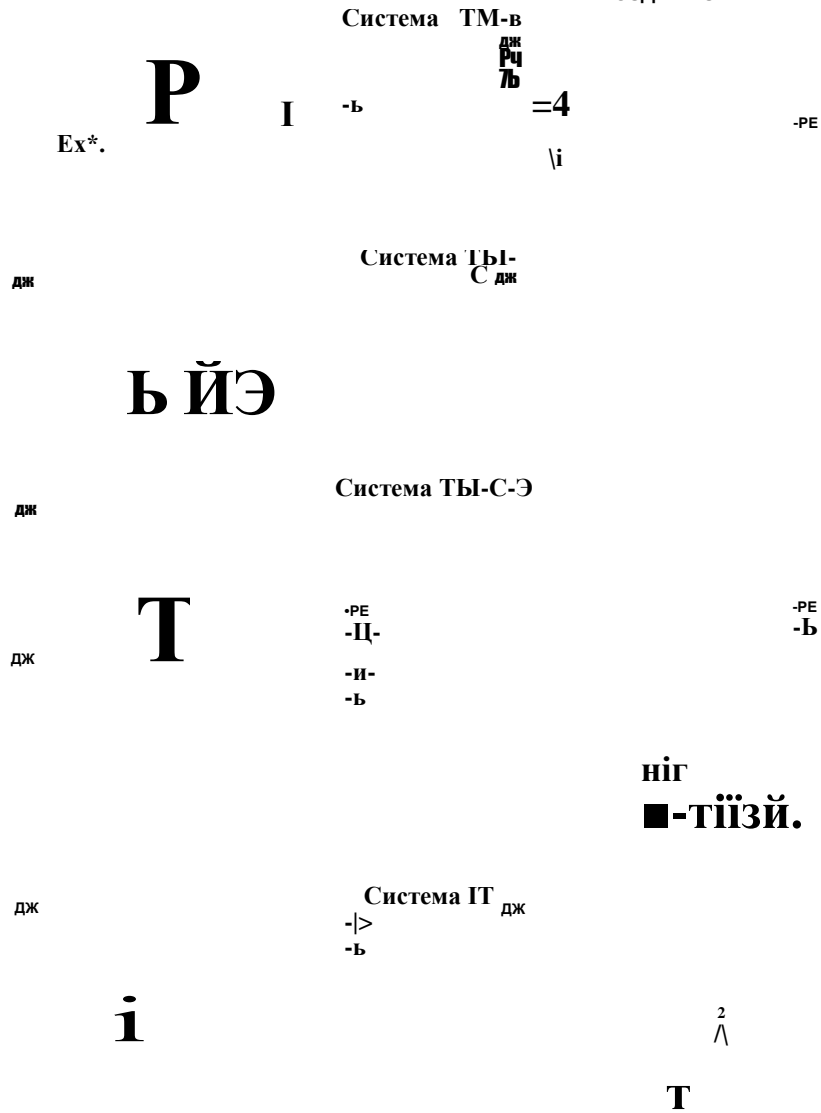
Система ТТ



Система ІТ



ДЖ - джерело живлення; Б1, Б2, Б3 - лінійні (фазні) провідники;
1 - заземлювач джерела живлення; 2 - відкриті провідні частини;
3 - заземлювач відкритих провідних частин; 4 - захисний заземлювальний провідник (заземлення системи позначено потовщеними лініями) Рисунок 1.7.1 - Схеми виконання систем ТЛГ-З, ТЛГ-С, ТИ-С-Я, ТТ і ІТ в електроустановках трифазного струму



*ДЖ - джерело живлення; Б+, Б - лінійні провідники;
 М - провідник середньої точки; 1-1 - заземлювач лінійного провідника; 1-2-
 заземлювач провідника середньої точки; 2 ~ відкриті провідні частини; 3 -
 заземлювач відкритих провідних частин; 4 - захисний заземлювальний провідник
 (заземлення системи позначено потовщеними лініями) Рисунок 1.7.2 - Схеми
 виконання систем ТМ в, ТИ С, ТМ-С-в, ТТ і ІТ в електроустановках постійного
 струму*

1.7.30. Зона нульового потенціалу (відносна земля) - провідна частина землі, яка перебуває за межею зони впливу будь-якого заземлювального пристрою, електричний потенціал якої умовно прийнято за нульовий.

1.7.31. Зона розтікання (локальна земля) - частина землі, яка перебуває в електричному контакті із заземлювачем і електричний потенціал якої не обов'язково дорівнює нулю.

Термін «земля», який використовується у главі, слід розуміти, як «земля в зоні розтікання».

1.7.32. Напряга на заземлювальному пристрої - напряга, яка виникає в разі стікання струму із заземлювача в землю між точкою введення струму в заземлювач і зоною нульового потенціалу.

1.7.33. Опір заземлювального пристрою (заземлювача) - відношення напруги на заземлювальному пристрої (заземлювачі) до струму, який стікає із заземлювача в землю.

1.7.34. Напряга дотику - напряга, яка виникає на тілі людини або тварини в разі одночасного дотику до двох провідних частин.

1.7.35. Напряга кроку - напряга між двома точками на поверхні локальної землі, розташованих на відстані 1 м одна від одної, що відповідає довжині великого кроку людини.

1.7.36. Еквівалентний питомий опір землі з неоднорідною структурою - електричний питомий опір землі з однорідною структурою, в якій опір заземлювального пристрою має те ж саме значення, що й у землі з неоднорідною структурою.

Термін «питомий опір», який використовують у главі для землі з неоднорідною структурою, слід розуміти як «еквівалентний питомий опір».

1.7.37. Захисне вирівнювання потенціалів - зниження напруги дотику і (або) напруги кроку шляхом укладання в землю чи в провідну підлогу або на їх поверхні провідних частин, присланих до заземлювального пристрою, або шляхом застосування спеціального покриття землі (підлоги).

Термін «вирівнювання потенціалів», який використовують у главі, треба розуміти як «захисне вирівнювання потенціалів».

1.7.38. Захисне зрівнювання потенціалів - досягнення рівності потенціалів провідних частин шляхом електричного з'єднання їх між собою.

Термін «зрівнювання потенціалів», який використовують у главі, треба розуміти як «захисне зрівнювання потенціалів».

1.7.39. Головна заземлювальна шина (ГЗШ) - затискач, або збірна шина, які є частиною заземлювального пристрою електроустановки напругою до 1 кВ і дають змогу виконувати електричні з'єднання визначеної кількості провідників з метою заземлення і зрівнювання потенціалів.

1.7.40. Надструм - струм, значення якого перевищує найбільше робоче (розрахункове) значення струму електричного кола.

1.7.41. Електричне коло - сукупність провідних частин, через які може протікати електричний струм у нормальному або аварійному режимі роботи електроустановки.

Термін «коло», який використовують у главі, слід розуміти як «електричне коло».

Примітка. У поняттях, які стосуються захисту від надструмів, термін

позначає ту частину електроустановки, яку захищено від надструму одним або кількома захисними пристроями.

1.7.42. Захисне автоматичне вимикання живлення - автоматичне розмикання одного або кількох лінійних провідників і, у разі потреби, нейтрального провідника, яке виконується з метою електробезпеки.

Термін «автоматичне вимикання живлення», який використовують у главі, треба розуміти як «захисне автоматичне вимикання живлення».

ПЗВ - пристрій захисного автоматичного вимикання живлення, який реагує на диференційний струм.

Примітка. Диференційний струм - це векторна сума струмів, які проходять через пристрій.

1.7.43. Основна ізоляція - ізоляція струмовідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ, яка забезпечує захист від прямого дотику.

1.7.44. Додаткова ізоляція - самостійна ізоляція, передбачена як додаткова до основної ізоляції в електроустановках напругою до 1 кВ і призначена для забезпечення захисту від ураження електричним струмом у разі пошкодження основної ізоляції.

1.7.45. Подвійна ізоляція - ізоляція в електроустановках напругою до 1 кВ, яка складається з основної і додаткової ізоляції.

1.7.46. Посилена ізоляція - єдина система ізоляції струмовідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ, яка забезпечує такий же ступінь захисту від ураження електричним струмом, як і подвійна ізоляція.

1.7.47. Захисний (електричний) екран - провідний екран, що застосовується для відділення одного електричного кола та (або) провідників від небезпечних струмовідних частин.

1.7.48. Захисне (електричне) відділення (електричний поділ кіл) - відділення одного електричного кола від іншого в електроустановках напругою до 1 кВ за допомогою подвійної ізоляції або основної ізоляції та захисного екрана або посиленої ізоляції.

1.7.49. Розділовий трансформатор - трансформатор, вторинні обмотки якого відділено від первинної обмотки та оболонки за допомогою захисного електричного поділу кіл.

1.7.50. Безпечний розділовий трансформатор - розділовий трансформатор, призначений для живлення кіл наднизької напруги.

1.7.51. Наднизька (мала) напруга - напруга між будь-якими провідниками або будь-яким провідником і землею, яка не перевищує 50 В для змінного струму і 120 В для постійного.

Система БНН (англ. еквівалент *SELVsystem*) - система безпечної наднизької напруги, в якій струмовідні частини системи БНН електрично відділено від усіх інших кіл вищої напруги за допомогою захисного електричного поділу кіл.

Система ЗНН (англ. еквівалент *PELVsystem*) - система захисної наднизької напруги, це система БНН у разі заземлення її кола.

Система ФНН (англ. еквівалент *FELV system*) - система функціональної наднизької напруги, в якій за умовами експлуатації для живлення електроприйма-чів використовують наднизьку напругу і при цьому вимоги, що стосуються систем БНН і ЗНН, не можуть бути виконані або в їх

застосуванні немає потреби, а для захисту від ураження електричним струмом у колі наднизької напруги використовують додаткові заходи захисту, такі як огорожі або ізоляція, яка відповідає ізоляції первинного кола, та автоматичне вимикання живлення.

1.7.52. Бар'єр - частина, яка запобігає ненавмисному прямому дотику, але не перешкоджає навмисному прямому дотику.

Огорожа - частина, яка забезпечує захист від прямого дотику з боку можливого доступу.

Оболонка - огорожа внутрішніх частин обладнання, яка запобігає доступу до струмовідних частин з будь-якого напрямку.

Зона досяжності - зона, доступна дотику з будь-якої точки поверхні, де звичайно перебувають люди, до межі, яку людина може досягти, простягаючи голу руку без інструмента чи якихось пристроїв у будь-якому напрямку.

Непровідні (ізолювальні) приміщення, зони, площадки - приміщення, зони, площадки, в яких (на яких) захист від непрямого дотику забезпечується високим опором підлоги і стін і в яких відсутні заземлені провідні частини.

1.7.53. Стационарні електроприймачі - електроприймачі, які в процесі експлуатації не можуть перебувати в руках людини, переміщуватися і отримують живлення за фіксованою схемою від електричної мережі централізованого електропостачання.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1.7.54. Струмовідні частини електроустановки не повинні бути доступними для випадкового прямого дотику до них, а доступні для дотику відкриті і сторонні провідні частини не повинні перебувати під напругою, що становить небезпеку ураження струмом, як у нормальному режимі роботи електроустановки, так і в разі пошкодження ізоляції.

1.7.55. Для запобігання ураженню електричним струмом у нормальному режимі слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту від прямого дотику:

- основна ізоляція струмовідних частин (1.7.71);
- огорожі та оболонки (1.7.72);
- бар'єри (1.7.73);
- розміщення поза зоною досяжності (1.7.74).

Для додаткового захисту від ураження електричним струмом у разі прямого дотику в електроустановках напругою до 1 кВ можна застосовувати ПЗВ (1.7.76).

Захист від прямого дотику не вимагається, якщо номінальна напруга не перевищує:

- 25 В змінного або 60 В постійного струму в разі застосування системи БННН, якщо електрообладнання експлуатується в сухих приміщеннях;

- 25 В змінного або 60 В постійного струму в разі застосування системи ЗННН, якщо електрообладнання перебуває в зоні дії системи зрівнювання потенціалів і експлуатується тільки в сухих приміщеннях, а ймовірність контакту людини з частинами, які перебувають під напругою, незначна;

- 6 В змінного або 15 В постійного струму в усіх інших випадках.

1.7.56 Для запобігання ураженню електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції слід застосовувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту в разі непрямого дотику:

- захисне заземлення (1.7.63,1.7.65,1.7.66);
- автоматичне вимикання живлення (1.7.61,1.7.63);
- зрівнювання потенціалів (1.7.78);
- обладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією (1.7.86,1.7.87);
- захисний електричний поділ кіл (1.7.86,1.7.88);
- ізолювальні (непровідні) приміщення, зони, площадки (1.7.86,1.7.89);
- системи наднизької (малої) напруги БНН, ЗНН, ФНН (1.7.68-1.7.70);
- зрівнювання потенціалів (1.7.65,1.7.66).

Захист у разі непрямого дотику слід виконувати в усіх випадках, якщо номінальна напруга перевищує 50 В змінного і 120 В постійного струму.

У приміщеннях з підвищеною небезпекою, особливо небезпечних і в зовнішніх установках виконання захисту від ураження електричним струмом у разі непрямого дотику може знадобитися за нижчих напруг, наприклад; 25 В змінного і 60 В постійного струму або 12 В змінного і 30 В постійного струму - за наявності вимог відповідних глав ПУЕ та інших нормативних документів.

1.7.57. Заходи захисту від ураження електричним струмом повинні бути достатніми і реалізованими під час виготовлення електрообладнання або в процесі монтажу електроустановки чи в обох випадках.

Два чи більше вжитих заходів захисту в електроустановці не повинні призводити до зниження ефективності кожного з них.

1.7.58. Для заземлення електроустановок можуть бути використані штучні і природні заземлювачі.

Використання природних заземлювачів як елементів заземлювальних пристроїв не повинно призводити до їх пошкодження струмами коротких замикань або до порушення роботи пристроїв, з якими вони пов'язані. Якщо в разі використання природних заземлювачів опір заземлювального пристрою або напруга дотику не перевищує допустимі значення, а також забезпечуються нормовані значення напруги на заземлювальному пристрої і допустима густина струму в природних заземлювачах, то обладнувати штучні заземлювачі в електроустановці не обов'язково.

1.7.59. Для заземлення територіально зближених електроустановок різних призначень і напруги слід, як правило, застосовувати один спільний заземлювальний пристрій.

Заземлювальний пристрій, який використовують для заземлення електроустановок одного або різних призначень і напруг, протягом усього періоду експлуатації повинен відповідати всім вимогам до заземлення цих електроустановок: захисту людей від ураження електричним струмом у разі пошкодження ізоляції, умовам режимів роботи мереж, захисту електрообладнання від перенапруги, електромагнітної сумісності комп'ютерних і мікропроцесорних систем, РЗА і АСУ ТП, які застосовують у цих електроустановках тощо. У першу чергу слід дотримуватися таких вимог до захисного заземлення.

Заземлювальні пристрої електроустановок будівель і споруд і

заземлювальні пристрої для їх блискавкозахисту, як правило, повинні бути спільними.

У разі влаштування електрично незалежного заземлювача для функціонального заземлення, за умовами роботи інформаційного або іншого чутливого до впливу завад обладнання, слід застосовувати спеціальні заходи захисту від ураження електричним струмом, які зазначаються в технічних умовах або інструкції з експлуатації цього обладнання.

Для об'єднання заземлювальних пристроїв різних електроустановок в один спільний заземлювальний пристрій слід використовувати всі наявні штучні заземлювальні провідники і заземлювачі. Кількість їх має бути не меншою двох. У випадку, коли між розподільчими установками розташовано будівлю з апаратурою релейного захисту та автоматики, кількість заземлювальних провідників мусить бути не меншою чотирьох. При цьому два з них повинні знаходитися поблизу стін цієї будівлі.

1.7.60. Необхідні значення напруги дотику та опору заземлювального пристрою в разі стікання з нього струмів замикання на землю і струмів витoku потрібно забезпечувати за найнесприятливіших умов у будь-яку пору року.

Для визначення опору заземлювальних пристроїв треба враховувати штучні і природні заземлювачі.

Для визначення питомого опору землі за розрахунковий слід приймати його сезонне значення, яке відповідає найнесприятливішим умовам.

Заземлювальні пристрої мають бути механічно міцними та динамічно стійкими до струмів замикання на землю і не повинні термічно пошкоджуватися за час протікання зазначених струмів. Матеріал і переріз заземлювачів мають забезпечувати їх стійкість до корозії на весь період експлуатації.

1.7.61. Живлення електроустановок напругою до 1 кВ, як правило, виконується з використанням системи заземлення TN.

Для захисту від ураження електричним струмом у випадку непрямого дотику в електроустановках із системою TN слід здійснювати автоматичне вимикання живлення. Вимоги до автоматичного вимикання живлення в разі застосування системи TN повинні відповідати 1.7.80,1.7.81,1.7.82.

На повітряних лініях мереж із системою TN необхідно влаштовувати повторне заземлення PEN-провідника відповідно до вимог 1.7.93. Рекомендується також виконувати повторне заземлення PEN (PE)-провідника на вводі в електроустановки будівель згідно з 1.7.94.

1.7.62. Живлення електроустановок напругою до 1 кВ з використанням системи заземлення TT слід виконувати за вимогами і рекомендаціями чинних нормативних документів.

1.7.63. Живлення електроустановок напругою до 1 кВ з використанням системи заземлення IT рекомендується виконувати в разі підвищених вимог до безпеки та безперервності живлення електроприймачів.

У таких електроустановках захист від непрямого дотику в разі першого замикання на землю слід здійснювати захисним заземленням у поєднанні з безперервним контролем ізоляції мережі з дією на сигнал або в разі потреби - на вимикання. Перше замикання на землю необхідно усунути в найкоротший час. У разі подвійного замикання на відкриті провідні частини захист від непрямого

дотику слід здійснювати шляхом застосування автоматичного вимикання живлення згідно з 1.7.83.

1.7.64. Систему ІТ, з'єднану через трансформатори з мережею напругою понад 1 кВ, слід захищати пробивним запобіжником від небезпеки, що виникає в разі пошкодження ізоляції між обмотками вищої і нижчої напруг трансформатора. Пробивний запобіжник слід установлювати в нейтралі або фазі з боку низької напруги кожного з трансформаторів.

1.7.65. В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю для запобігання уражень електричним струмом у разі непрямого дотику слід влаштовувати захисне заземлення відкритих провідних частин (1.7.98), вирівнювання потенціалів (1.7.101) і автоматичний контроль ізоляції з дією на сигнал. У таких електроустановках необхідно передбачати можливість швидкого, у межах допустимого часу, знаходження місця замикання на землю і локалізації його для подальшого усунення пошкодження. Рекомендується передбачати захист з дією на вимикання живлення в разі подвійного замикання на землю.

Захист з дією на вимикання живлення під час першого замикання на землю слід здійснювати в тих випадках, коли це необхідно за умовами електробезпеки, згідно з вимогами ПУЕ та інших нормативних документів або за вимогами замовника.

1.7.66. В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з глухозаземленою та ефективно заземленою нейтраллю для запобігання ураженню електричним струмом у разі непрямого дотику необхідно застосовувати захисне заземлення відкритих провідних частин, забезпечувати вирівнювання потенціалів та автоматичне вимикання пошкодженої ланки мережі (1.7.105, 1.7.106).

1.7.67. Відкриті провідні частини електрообладнання, встановленого на опорах повітряних ліній електропередавання (запобіжників, комутаційних апаратів, конденсаторів, силових і вимірювальних трансформаторів тощо), необхідно приєднувати:

- до РЕ (РЕ>ї)-провідника відповідно до особливостей типу заземлення системи в електроустановках з напругою до 1 кВ;
- до заземлення в електроустановках напругою понад 1 кВ з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю з дотриманням вимог 1.7.98, 1.7.101;
- до заземлення в електроустановках напругою понад 1 кВ з ефективно заземленою і глухозаземленою нейтраллю з дотриманням вимог 2.5.127.

Опір заземлювального пристрою опор повітряних ліній електропередавання, на яких електрообладнання не встановлене, повинен відповідати вимогам глав 2.4 і 2.5.

ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМ БННН, ЗНННІФННН

1.7.68. В електроустановках напругою до 1 кВ захист від ураження електричним струмом у разі непрямого дотику і в ряді випадків від прямого дотику (див.

1.7.55) можна здійснювати із застосуванням систем БННН, ЗННН і ФННН. Найдоцільніше застосовувати ці системи в приміщеннях з підвищеною небезпекою

та особливо небезпечних.

1.7.69. У разі застосування систем БННН і ЗННН захист від ураження електричним струмом вважається достатнім, якщо він відповідає таким вимогам:

- джерелом живлення кіл повинен бути безпечний розділовий трансформатор відповідно до ДСТУ 3225 або інше джерело наднизької напруги, яке забезпечує рівноцінний ступінь безпеки відповідно до ДБН В.2.5-27-2006;

- улаштування кіл систем повинно гарантувати електричне відділення від кіл вищої напруги, принаймні рівноцінне відділенню між колами первинної і вторинної обмоток безпечного розділового трансформатора. Ця вимога не виключає приєднання кола системи ЗННН до заземлювального пристрою;

- провідники кіл слід прокладати окремо від провідників вищих напруг і захисних провідників або відокремлювати їх від них заземленим захисним екраном чи укладати в неметалеву оболонку додатково до основної ізоляції;

- струмовідні частини системи БННН не слід приєднувати до заземлювача, струмовідних частин і захисних провідників інших кіл, а відкриті провідні частини не слід навмисно приєднувати до заземлювача, захисних провідників або відкритих провідних частин іншого кола, а також до сторонніх провідних частин, крім випадку, коли необхідне їх з'єднання з електрообладнанням, але при цьому самі частини іншого кола не можуть опинитися під напругою, вищою за наднизьку;

- вилки для кіл систем БННН і ЗННН не повинні входити в штепсельні розетки іншої напруги, штепсельні розетки не повинні допускати вмикання вилок іншої напруги, а штепсельні розетки кіл системи БННН не повинні мати захисного контакту;

- захист від прямого дотику в колах БННН і ЗННН, за винятком умов, за яких він не вимагається (1.7.55), слід здійснювати за допомогою огорож чи оболонок згідно з 1.7.72 або за допомогою ізоляції, яка відповідає випробувальній напрузі 500 В змінного струму протягом 1 хв.

1.7.70 У разі застосування системи ФННН захист від ураження електричним струмом повинен відповідати таким вимогам:

- джерелом живлення кіл може бути трансформатор, вторинну обмотку якого відділено від первинної тільки основною ізоляцією, або джерело живлення, що застосовується у системах БННН і ЗННН;

- захист від прямого дотику слід забезпечувати за допомогою огорож чи оболонок згідно з 1.7.72 або за допомогою ізоляції, яка відповідає мінімальній випробувальній напрузі для ізоляції первинного кола;

- захист у разі непрямого дотику слід забезпечувати шляхом з'єднання відкритих провідних частин обладнання в колі системи ФННН із захисним провідником первинного кола, якщо останнє захищене за допомогою автоматичного вимкання живлення;

- вилки для кіл системи ФННН не повинні входити в штепсельні розетки іншої напруги, а штепсельні розетки не повинні допускати вмикання вилок іншої напруги і повинні мати контакт для приєднання захисного провідника.

ЗАХОДИ ЗАХИСТУ ВІД ПРЯМОГО ДОТИКУ

1.7.71. Основна ізоляція повинна повністю покривати струмовідні частини і бути здатною витримувати механічні, електричні, хімічні, теплові та інші впливи, які виникають у процесі експлуатації. Усунення ізоляції повинно бути можливим тільки шляхом її руйнування. Для заводських виробів ізоляція повинна відповідати стандартам або відповідним технічним умовам на це обладнання. Лакофарбові покриття та інші подібні покриття не вважаються ізоляцією, яка захищає від ураження електричним струмом. Якщо ізоляцію обладнують під час монтажу, її якість слід випробовувати за нормами, призначеними для перевірки якості ізоляції обладнання заводського виготовлення. У разі забезпечення основної ізоляції повітряним проміжком захист від прямого дотику до струмовідних частин або наближення до них на небезпечну відстань, у тому числі в електроустановках напругою понад 1 кВ, необхідно здійснювати за допомогою оболонки, огорож, бар'єрів або шляхом розміщення поза зоною досяжності.

1.7.72. Огорожі та оболонки в електроустановках напругою до і понад 1 кВ повинні забезпечувати ступінь захисту не менше IP2X згідно з ГОСТ 14254, за винятком випадків, коли для нормальної роботи електрообладнання необхідно мати збільшені зазори порівняно зі ступенем захисту IP2X. У таких випадках слід вживати відповідні заходи для запобігання ненавмисному дотику до струмовідних частин, а електроустановку повинен обслуговувати спеціально підготовлений персонал.

Огорожі та оболонки слід надійно закріплювати, вони повинні мати достатню механічну міцність і довговічність.

Вхід за огорожу або розкриття оболонки повинні бути можливими тільки за допомогою спеціального ключа чи інструмента або після зняття напруги зі струмовідних частин. За неможливості дотримання цих умов потрібно встановлювати проміжні огорожі зі ступенем захисту не менше IP2X, усунення яких також можливе лише за допомогою спеціального ключа чи інструмента. Легкодоступні верхні горизонтальні поверхні огорож і оболонки повинні мати ступінь захисту принаймні IP4X.

1.7.73. Бар'єри повинні захищати від випадкового дотику до струмовідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ або наближення до них на небезпечну відстань у електроустановках напругою понад 1 кВ. Вони не виключають навмисного дотику і наближення до струмовідних частин у разі обходу бар'єру. Для зняття бар'єрів не потрібно застосовувати ключ або інструмент, однак їх слід закріплювати так, щоб неможливо було усунути ненавмисно. Бар'єри рекомендується виготовляти з ізолювального матеріалу.

1.7.74. Розміщення поза зоною досяжності для захисту від ненавмисного прямого дотику до струмовідних частин в електроустановках напругою до 1 кВ або наближення до них на небезпечну відстань в електроустановках напругою понад 1 кВ може бути застосоване за неможливості виконання заходів, зазначених у

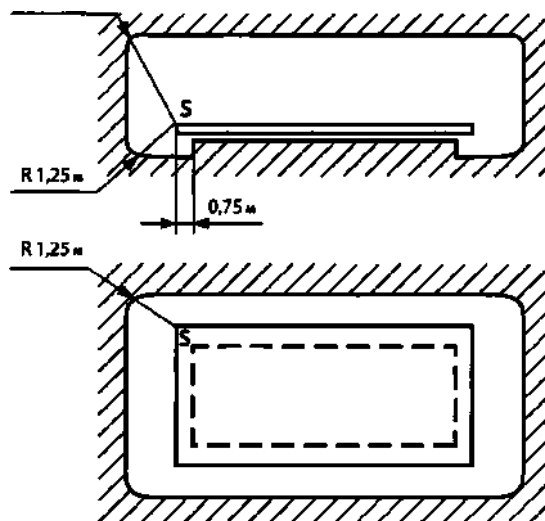
1.7.71-1.7.73, або їх недостатності. Усередині зони досяжності не повинно бути частин, які мають різні потенціали і доступні для одночасного дотику.

В електроустановках напругою до 1 кВ доступними для одночасного дотику вважаються дві частини, якщо вони знаходяться на відстані не більше ніж 2,5 м одна від одної. У вертикальному напрямку зона досяжності становить

2,5 м від поверхні, на якій перебувають люди (рис. 1.7.3). Зазначені на рисунку 1.7.3 габарити зони досяжності визначено за умови безпосереднього дотику голими руками без допоміжного пристрою (наприклад, інструмента чи драбини). Відстані, зазначені на рисунку, потрібно збільшувати з урахуванням габаритів предметів більшої довжини або більшого об'єму, які звичайно переносять через цю зону.

1.7.75. Заходи захисту від прямого дотику шляхом установа бар'єрів і розміщення поза зоною досяжності допускається застосовувати тільки в електроустановках або їх частинах, які доступні лише для кваліфікованого персоналу.

Р 2,5 м



S - поверхня, на якій перебувають люди:

0, 75; 1,25, 2,50 м - відстані від краю поверхні *B* до межі зони досяжності

Рисунок 1.7.3. Зони досяжності в електроустановках до 1 кВ

1.7.76. Додатковим заходом захисту від ураження електричним струмом у разі прямого дотику в електроустановках напругою до 1 кВ є застосування ПЗВ з номінальним диференційним струмом вимикання не більше ніж 30 мА. Його слід застосовувати у випадках, якщо інші заходи електробезпеки, зазначені в 1.7.71-

1.7.74, є недостатніми або можлива їх відмова, а також за наявності вимог до конкретних електроустановок (див. також 1.7.164). Застосування ПЗВ не може бути єдиним заходом захисту від прямого дотику і не виключає необхідності застосування одного із заходів, зазначених у 1.7.71-1.7.74.

ЗАХОДИ ЗАХИСТУ В РАЗІ НЕПРЯМОГО ДОТИКУ

1.7.77 Вимоги захисту в разі непрямого дотику поширюються на:

- 1) корпуси електричних машин, трансформаторів, апаратів, світильників тощо;
- 2) приводи електричних апаратів;
- 3) вторинні обмотки трансформаторів струму і трансформаторів напруги,

а також вторинні обмотки фільтрів приєднання високочастотних каналів;

4) каркаси розподільчих щитів, щитів керування, щитків і шаф, а також знімних частин або частин, які відкриваються, якщо на останніх установлене електрообладнання напругою понад 50 В змінного або 120 В постійного струму (у випадках, передбачених 1.7.56, - понад 12 В чи 25 В змінного або 30 В чи 60 В постійного струму);

5) металеві і залізобетонні конструкції розподільчих установок, шинопроводів (струмопроводів), металеві кабельні з'єднувальні муфти, металеві оболонки і броню контрольних і силових кабелів, металеві оболонки проводів, металеві рукави і труби електропроводки, кожухи, лотки, короби, струни, троси і сталеві смуги, на яких прикріплено кабелі і проводи (крім струн, тросів і смуг, на яких прокладено кабелі, металеву оболонку чи броню яких з'єднано із захисним провідником), а також інші металеві основи, на яких установлюють електрообладнання;

6) металеві оболонки і броню контрольних, силових кабелів і проводів напругою, що не перевищує значень, зазначених у 1.7.56, прокладених на спільних металевих конструкціях з кабелями і проводами більш високих напруг;

7) металеві корпуси пересувних і переносних електронриймачів;

8) металеві корпуси електрообладнання, встановленого на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів.

У разі застосування автоматичного вимикання живлення для захисту від ураження електричним струмом відкриті провідні частини, зазначені в переліках 1), 2), і 4) - 8), слід з'єднувати з РЕ-провідником відповідно до особливостей типу заземлення системи в електроустановках до 1 кВ. Відкриті провідні частини обладнання напругою понад 1 кВ і один з виводів вторинних обмоток трансформаторів струму і трансформаторів напруги, а також вторинні обмотки фільтрів приєднання високочастотних каналів (перелік 3) необхідно з'єднувати із захисним заземленням.

1.7.78 У приміщеннях і відкритих установках, де застосовують такі заходи захисту, як автоматичне вимикання живлення або захисне заземлення, необхідно виконувати захисне зрівнювання потенціалів. З цією метою всі сторонні провідні частини (будівельні конструкції, стаціонарно прокладені трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання, підкранові та залізничні колії тощо) необхідно приєднувати до захисного заземлення в електроустановках напругою понад 1 кВ і до захисного РЕ-провідника в електроустановках напругою до 1 кВ (див. 1.7.80).

1.7.79 Не потребують приєднання до системи заземлення:

1) корпуси електрообладнання, апаратів і електромонтажних конструкцій, встановлених на металевих основах (конструкціях, розподільчих установках, щитах, шафах, станинах верстатів, машин і механізмів) з електричним контактом між ними, що відповідає вимогам класу 2 з'єднань за ГОСТ10434, і металеві основи, які вже приєднано до захисних провідників;

2) металеві конструкції, на яких установлюють електрообладнання, з електричним контактом між цими конструкціями та встановленим на них електрообладнанням, що відповідає вимогам класу 2 з'єднань за ГОСТ 10434, якщо це електрообладнання вже приєднане до захисних провідників. При цьому

зазначені конструкції не можна використовувати для заземлення встановленого на них іншого електрообладнання;

3) частини металевих каркасів розподільчих установок, шаф, огорож тощо, що відкриваються або знімаються, якщо на них не встановлене електрообладнання або напруга встановленого електрообладнання не перевищує значень, наведених у 1.7.56;

4) арматура ізоляторів усіх типів, відтяжок, кронштейнів і освітлювальна арматура, встановлена на дерев'яних конструкціях (опорах повітряних ліній), якщо цього не вимагають умови блискавкозахисту. В електроустановках напругою до 1 кВ прокладені по дерев'яній конструкції кабелі з металевою заземленою оболонкою або неізольовані заземлювальні провідники слід з'єднувати з РЕ-провідником відповідно до типу заземлення системи;

5) відкриті провідні частини електрообладнання з подвійною ізоляцією;

6) відкриті провідні частини електроустановок напругою до 1 кВ, які через незначні розміри (не більше ніж 50 мм x 50 мм) або розташування не доступні для дотику, а їх з'єднання з РЕ-провідником ускладнене чи ненадійне (наприклад, болти, металеві скоби, відрізки труб механічного захисту кабелів у місцях їхнього проходження через стіни і перекриття та інші подібні деталі, у тому числі металеві протяжні і відгалужувальні коробки площею до 100 см² у разі схованих електропроводок).

1.7.80. У разі здійснення автоматичного вимикання живлення в електроустановках напругою до 1 кВ доступні дотику відкриті провідні частини необхідно приєднувати до РЕ-провідника відповідно до особливостей типу заземлення системи і влаштовувати основну систему зрівнювання потенціалів згідно з 1.7.84, а за необхідності - також і додаткову (місцеву) систему зрівнювання потенціалів згідно з 1.7.85.

Характеристики пристроїв, які використовують для захисного автоматичного вимикання живлення, і повний опір кола замикання (кола «фаза-нуль») повинні забезпечувати автоматичне вимикання живлення в межах нормованого часу, достатнього для електробезпеки людини, у разі замикання струмовідної частини на відкриту провідну частину або захисний провідник.

1.7.81. Для захисного автоматичного вимикання живлення можна використовувати пристрої захисту, які реагують на надструми або на диференційний струм (ПЗВ). Пристрої ПЗВ можна встановлювати в колах окремих електроприймачів, групових колах і на ввіді в електроустановку (див також 1.7.164).

ПЗВ не слід застосовувати в електроустановках із системою ТИ-С. Не допускається застосовувати ПЗВ у колах, раптове вимикання яких може призвести за технологічних причин до виникнення ситуацій, небезпечних для користувача і обслуговуючого персоналу, відключення пожежної, охоронної сигналізації тощо.

В електроустановках із системою ТЫ-С-Б приєднувати РЕ-провідник до РЕБІ-провідника необхідно з боку живлення відносно ПЗВ.

1.7.82. У системі ТМ час автоматичного вимикання живлення в групових колах з робочим струмом до 32 А не повинен перевищувати значень, поданих у табл. 1.7.1.

Таблиця 1.7.1. Найбільший допустимий час захисного автоматичного вимикання живлення в групових колах з робочим струмом до 32 А

Номинальна напруга між лінійним провідником і землею u_o , В	Час вимикання, с, в електроустановках	
	змінного струму	постійного струму
127	0,8	-
230	0,4	5,0
400	0,2	0,4
Понад 400	0,1	0,1

Для розподільчих кіл, які живлять розподільчі, групові та інші щити і щитки, а також групових кіл з робочим струмом більше 32 А час автоматичного вимикання не повинен перевищувати 5 с.

Зазначені вище вимоги виконуються за дотриманням умови:

$$I_n < C I_{\Delta} \quad (1.7.1)$$

де I_{Δ} - повний опір кола замикання (кола «фаза-нуль»), Ом;

I_n - струм спрацювання пристрою автоматичного вимикання живлення за час, зазначений у табл. 1.7.1, або час, не більший ніж 5 с, для умов, в яких це допускається (наприклад, для розподільчих кіл, що живлять розподільчі, групові, поверхові та інші щити і щитки тощо), А;

u_o - номінальна напруга між лінійним провідником (фазою) і землею (діюче значення), В.

1.7.83. У системі IT допустимий час автоматичного вимикання живлення в разі подвійного замикання на відкриті провідні частини електроустановки не повинен перевищувати значень, наведених у табл. 1.7.1.

1.7.84. Основна система зрівнювання потенціалів у електроустановках до 1 кВ повинна з'єднувати між собою такі провідні частини:

- 1) РЕ (РЕБІ)-провідники електроустановки;
- 2) заземлювальний провідник повторного заземлення на ввіді в електроустановку (якщо виконується повторне заземлення);
- 3) металеві труби комунікацій (водопостачання, каналізації, теплофікації тощо). Якщо якийсь трубопровід має ізолювальну вставку на ввіді в будівлю, то до основної системи зрівнювання потенціалів приєднують тільки ту частину трубопроводу, що знаходиться з боку будівлі відносно ізолювальної вставки;
- 4) металеві частини будівельних конструкцій;
- 5) систему блискавкозахисту, якщо вона є, а нормативні документи, які стосуються блискавкозахисту, не забороняють приєднувати її до захисного заземлення;
- 6) металеві частини централізованих систем вентиляції і кондиціонування.

За наявності децентралізованих систем вентиляції і кондиціонування металеві повітропроводи слід приєднувати до РЕ-шини щитів живлення вентиляторів і кондиціонерів;

7) заземлювальний провідник функціонального заземлення, якщо воно є, і відсутні обмеження на приєднання мережі функціонального заземлення до заземлювального пристрою захисного заземлення;

8) металеві оболонки телекомунікаційних кабелів.

Провідні частини, які входять у будівлю ззовні, слід з'єднувати якнайближче до точки їхнього введення в будівлю.

Для з'єднання з основною системою зрівнювання потенціалів усі зазначені частини слід приєднувати до ГЗШ (1.7.126-1.7.130) за допомогою провідників системи зрівнювання потенціалів (1.7.148-1.7.150).

Приєднувати провідники основної системи зрівнювання потенціалів до заземлювачів блискавкозахисту і природних заземлювачів слід у різних місцях.

1.7.85 Додаткову систему зрівнювання потенціалів у електроустановках до 1 кВ необхідно виконувати, якщо вимоги до часу захисного вимикання живлення не забезпечено. Вона може охоплювати всю електроустановку або будь-яку її частину і повинна з'єднувати між собою всі одночасно доступні дотику (1.7.74) відкриті провідні частини стаціонарного електрообладнання і сторонні провідні частини, включаючи доступні для дотику металеві частини будівельних конструкцій, а також захисні провідники всього електрообладнання, включаючи захисні провідники штепсельних розеток.

Для деяких приміщень із підвищеною небезпекою виконання додаткової системи зрівнювання потенціалів може бути обов'язковим, якщо це зазначено в нормативних документах, які стосуються електроустановок цих приміщень.

Для зрівнювання потенціалів можна використовувати спеціально передбачені провідники (1.7.150) або відкриті і сторонні провідні частини, якщо вони відповідають вимогам 1.7.132 до захисних провідників щодо провідності і неперервності електричного кола.

1.7.86. Якщо час автоматичного вимикання живлення в окремих частинах електроустановки напругою до 1 кВ не відповідає вимогам 1.7.82 для системи TN і 1.7.83 для системи IT, то захист у разі непрямого дотику до цих частин можна здійснювати за допомогою інших заходів захисту шляхом застосування: електрообладнання класу II; електричного поділу кіл; ізолювальних (непровідних) приміщень, зон, площадок, незаземленої системи місцевого зрівнювання потенціалів; систем БННН, ЗННН, ФННН.

1.7.87. Захист із застосуванням електрообладнання класу II або з рівноцінною ізоляцією забезпечується подвійною або посиленою ізоляцією або розміщенням електрообладнання, яке має тільки основну ізоляцію струмовідних частин, в ізолювальній оболонці. Ізолювальна оболонка повинна бути стійкою до можливих електричних, термічних і механічних навантажень.

Провідні частини електрообладнання з подвійною ізоляцією, а також електрообладнання, розміщеного в ізолювальній оболонці, не вимагається приєднувати до захисних провідників.

1.7.88. Захисний електричний поділ кіл застосовується, як правило, для одного кола. Найбільша робоча напруга відокремлюваного кола не повинна перевищувати 500 В.

Живлення відокремлюваного кола слід здійснювати від розділового трансформатора, який відповідає вимогам ДСТУ 3225, або від іншого джерела,

що забезпечує рівноцінний ступінь безпеки.

Струмівідні частини кола, які живляться від розділового трансформатора, не повинні мати з'єднань із заземленими частинами і захисними провідниками інших кіл.

Провідники кіл, які живляться від розділового трансформатора, рекомендується прокладати окремо від інших кіл. Якщо це неможливо, то для таких кіл необхідно використовувати кабелі без металевої оболонки, броні, екрану або ізольовані проводи, прокладені в ізоляційних трубах, коробах і каналах за умови, що номінальна напруга цих кабелів і проводів відповідає найбільшій напрузі спільно прокладених кіл, а кожне коло захищене від надструмів.

Якщо від розділового трансформатора живиться тільки один електроприймач, то його відкриті провідні частини не приєднуються ні до захисного провідника, ні до відкритих провідних частин інших кіл.

Допускається живлення кількох електроприймачів від одного розділового трансформатора за умови одночасного виконання таких вимог:

1) відкриті провідні частини відокремлюваного кола не повинні мати електричного зв'язку з металевим корпусом джерела живлення;

2) відкриті провідні частини відокремлюваного кола слід з'єднувати між собою ізольованими незаземленими провідниками додаткової (місцевої) системи зрівнювання потенціалів, що не має з'єднань із захисними провідниками і відкритими провідними частинами інших кіл;

3) штепсельні розетки повинні мати захисний контакт, приєднаний до місцевої незаземленої системи зрівнювання потенціалів;

4) гнучкі кабелі, за винятком тих, що живлять електрообладнання класу II, повинні мати захисний провідник, який застосовується як провідник зрівнювання потенціалів;

5) час автоматичного вимикання живлення в разі подвійного замикання різних фаз на дві відкриті провідні частини не повинен перевищувати час, зазначений у табл. 1.7.1.

1.7.89. Ізолювальні (непровідні) приміщення, зони і площадки як захід захисту від непрямого дотику дозволяється застосовувати в електроустановках напругою до 1 кВ, що доступні тільки для кваліфікованого персоналу, який обслуговує їх.

Опір ізолювальної підлоги і стін таких приміщень, зон і площадок у будь-якій точці відносно локальної землі повинен бути не нижче:

- 50 кОм - для електроустановки номінальною напругою до 500 В включно;

- 100 кОм - для електроустановки номінальною напругою понад 500 В.

Якщо опір у будь-якій точці менший від вказаних значень, то такі приміщення,

зони і площадки не слід розглядати як заходи захисту від ураження електричним струмом.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА

У випадку застосування ізолювальних приміщень, зон, площадок як заходу захисту в разі непрямого дотику відкриті провідні частини необхідно розташовувати таким чином, щоб людина не могла одночасно торкнутися двох відкритих провідних частин або відкритої і сторонньої провідних частин, якщо зазначені частини за пошкодження основної ізоляції можуть опинитися під різним потенціалом. Виконання цієї вимоги може бути забезпечене віддаленням зазначених провідних частин одна від одної на відстань межі досяжності руками (див. 1.7.74), улаштуванням між ними бар'єрів, ізолюванням сторонніх провідних частин або сполученням цих заходів.

В ізолювальних приміщеннях, зонах, площадках не слід застосовувати захисний провідник. Крім того, необхідно передбачати заходи проти внесення потенціалу сторонніми провідними частинами (наприклад, переносним або пересувним електрообладнанням класу I, металевими водопровідними трубами тощо). Підлога і стіни ізолювальних приміщень, зон і площадок не повинні зазнавати впливу вологи.

1.7.90. У разі виконання заходів захисту в електроустановках напругою до 1 кВ класи електрообладнання за способом захисту людини від ураження електричним струмом приймають відповідно до табл. 1.7.2.

Таблиця 1.7.2. Застосування електрообладнання в електроустановках напругою до 1кВ

Клас електрообладнання згідно ГОСТ 12.2.0070	Маркування	Призначення захисту	Умови та сфера застосування
Клас O		У разі непрямого дотику	У непровідних приміщеннях, зонах, площадках. У колах, що живляться від вторинної обмотки розділового трансформатора тільки з одним електроприймачем
Класі	Захисний затискач Знак^^^ букви PE або жовто-зелені смуги	У разі непрямого дотику	Присаднання заземлювального затискача до захисного провідника електроустановки. Застосовується, якщо вимоги стосовно окремих місць приміщень не обмежують застосування електрообладнання цього класу

Клас електрообладнання згідно ГОСТ 12.2.0070	Маркування	Призначення захисту	Умови та сфера застосування
Клас II	Знак	У разі непрямого дотику	У всіх приміщеннях і за будь-яких умов, якщо спеціальні вимоги не обмежують застосування електрообладнання цього класу
Клас III	Знак <0>	Від прямого і в разі непрямого дотиків	Живлення від безпечного розділового трансформатора за будь-яких умов і в усіх приміщеннях

ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРУГОЮ ДО 1 кВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З ГЛУХОЗАЗЕМЛЕНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

1.7.91. В електроустановках з глухозаземленою нейтраллю нейтральну або середню точку чи один з виводів джерела живлення необхідно надійно приєднувати до заземлювача за допомогою заземлювального провідника.

Не допускається використовувати PEN (PE- або №)-провідники, які з'єднують нейтраль з розподільчим щитом, як заземлювальні.

Якщо в PEN-провіднику, який з'єднує нейтраль джерела трифазного струму з шиною PEN розподільчого щита напругою до 1 кВ, встановлено трансформатор струму, то заземлювальний провідник слід приєднувати не до нейтралі джерела безпосередньо, а до PEN-провідника і, за можливості, відразу за трансформатором струму. У такому випадку поділ PEN-провідника на PE- і N-провідники в системі TN-S слід виконувати також поза трансформатором струму. Трансформатор струму треба розташовувати якомога ближче до виводу нейтралі джерела живлення.

Виведення PEN або N-провідника від нейтралі джерела на розподільчу установку слід здійснювати: у разі виведення фаз шипами - шиною на ізоляторах; у разі виведення фаз кабелем (проводом) - жилою кабелю (проводу).

Провідність PEN- або N-провідника від нейтралі джерела до розподільчої установки повинна бути не меншою ніж 50% провідності вивідного фазного провідника.

1.7.92. Опір заземлювального пристрою, до якого приєднано нейтраль джерела живлення або виводи джерела однофазного струму, у будь-яку пору року не повинен перевищувати 2,4 і 8 Ом відповідно для лінійних напруг 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму. Цей опір необхідно забезпечувати з урахуванням використання всіх заземлювачів, приєднаних до PEN (PE)-провідника, якщо кількість відхідних

ліній не менша двох. Опір заземлювача, до якого безпосередньо приєднують нейтраль джерела трифазного струму або виводи джерела однофазного струму, повинен бути не більшим за

15, 30 і 60 Ом відповідно для лінійних напруг 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму (див. також 1.7.96).

1.7.93. На кінцях повітряних ліній електропередавання як з неізолюваними, так і з самоутримними ізолюваними проводами або відгалужень від них довжиною понад 200 м слід влаштовувати повторні заземлення PEN (PE)-провідника зі значенням опору згідно з 1.7.95. У першу чергу необхідно використовувати природні заземлювачі (підземні частини залізобетонних і металевих опор), а також заземлювачі, призначені для захисту від грозових перенапруг (див. главу 2.4).

Зазначені повторні заземлення виконують тільки в тому разі, якщо на повітряних лініях відсутні заземлювачі, призначені для захисту від грозових перенапруг, або їх недостатньо для виконання умови, зазначеної в 1.7.95.

Повторні заземлення PEN-провідника в мережах постійного струму слід влаштовувати із застосуванням окремих штучних заземлювачів. Вони не повинні мати металевих з'єднань з підземними трубопроводами.

1.7.94. На ввіді до електроустановки будівлі від повітряної лінії рекомендується влаштовувати повторне заземлення PEN (PE)-провідника, якщо в будівлі за відсутності комунікацій водопостачання, газопостачання, металевих і залізобетонних конструкцій не може бути здійснено основну систему зрівнювання потенціалів (1.7.84). У цьому разі опір заземлювача повторного заземлення PE (PEL[^])-провідника на ввіді в будівлю повинен бути не більшим за 30 Ом.

1.7.95. Спільний опір всіх заземлювачів, приєднаних до PEN- провідника кожної лінії, у тому числі природних заземлювачів, у будь-яку пору року, не повинен перевищувати 5, 10 і 20 Ом відповідно для лінійної напруги 660, 380 і 220 В джерела трифазного струму або 380, 220 і 127 В джерела однофазного струму. Опір кожного з повторних заземлювачів повинен бути не більшим ніж 15, 30 і 60 Ом відповідно для тієї самої напруги (див. також 1.7.96).

1.7.96. Для питомого опору землі $\rho > 100$ Ом-м допускається збільшувати зазначені в 1.7.92 і 1.7.95 значення опору заземлення в 0,01р разів, але не більше ніж в 10 разів, за винятком опору заземлювальних пристроїв і заземлювачів, що використовуються одночасно для електроустановок напругою понад 1 кВ. В останньому випадку збільшення опору можливе лише до значення, за яким виконується умова 1.7.3, наведена в 1.7.98.

ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРУГОЮ ДО 1 кВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З ІЗОЛЮВАНЮ НЕЙТРАЛЛЮ

1.7.97. Опір заземлювального пристрою R, Ом, який використовують для захисного заземлення відкритих провідних частин в електроустановках з ізолюваною нейтраллю, повинен відповідати умові:

$$* \leq \frac{U_d}{R} \quad (1.7.2)$$

де U_d - допустима напруга дотику, значення якої в приміщеннях без підви-

щеної небезпеки приймається 50 В (див. також 1.7.56);

I - повний струм замикання на землю (на відкриті провідні частини), А.

Виконання зазначеної умови може не перевірятися, якщо опір заземлюваль- ного пристрою R не перевищує:

- 4 Ом - у разі потужності джерела живлення більшою ніж 100 кВ • А;

- 10 Ом - у разі потужності джерела живлення або сумарної потужності паралельно працюючих джерел живлення до 100 кВ - А.

ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З ІЗОЛЬОВАНОЮ, КОМПЕНСОВАНОЮ АБО (І) ЗАЗЕМЛЕНОЮ ЧЕРЕЗ РЕЗИСТОР НЕЙТРАЛЛЮ

1.7.98. В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі з ізолюваною, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю опір заземлювального пристрою R , Ом, у разі проходження розрахункового струму замикання на землю у будь-яку пору року з урахуванням опору природних заземлювачів, повинен бути:

1) у разі використання заземлювального пристрою одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ, в яких N-, PEN-, (PE)-провідники виходять за межі цього заземлювального пристрою, а захист від замикання на землю в електроустановці напругою понад 1 кВ діє на сигнал,

$$R < \wedge > \quad (1.7.3)$$

де I_p - розрахунковий струм замикання на землю, А.

У цьому разі необхідно також виконувати вимоги, які ставляться до заземлення електроустановок напругою до 1 кВ.

Якщо умова 1.7.3 не виконується для системи заземлення TN, то нейтральну точку джерела живлення напругою до 1 кВ слід приєднувати до електрично незалежного заземлювача. У цьому разі заземлювальний провідник, який з'єднує нейтральну точку джерела живлення з електрично незалежним заземлювачем, а також N-, PEN-, (PE)-провідники в межах заземлювального пристрою електроустановки напругою понад 1 кВ повинні мати таку ж саму ізоляцію відносно землі, як і лінійні провідники установки напругою до 1 кВ. Якщо це з'єднання виконують кабелем, то кабель повинен бути без металеві оболонки і броні.

Якщо умова 1.7.3 не виконується для системи заземлення ГГ, то PE-провідник, до якого приєднуються відкриті провідні частини електроустановки споживача електричної енергії, повинен бути приєднаний до заземлювача, електрично незалежного від заземлювача електроустановки напругою понад 1 кВ, або у споживача повинне бути виконане захисне вирівнювання потенціалів.

2) у разі використання заземлювального пристрою тільки для електроустановок напругою понад 1 кВ, а також у разі використання його одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ, у яких N-, PEN-, (PE)-провідники не виходять за межі цього заземлювального пристрою,

$$R \leq \frac{250}{I_p} \quad (1.7.4)$$

але не більше ніж 10 Ом.

1.7.99. За розрахунковий струм I_p приймається:

1) в електричних мережах з ізольованою нейтраллю - повний струм замикання на землю;

2) в електричних мережах з компенсованою нейтраллю:

- для заземлювальних пристроїв, до яких приєднано дугогасні реактори, - струм, який дорівнює 125% номінального струму цих реакторів;

- для заземлювальних пристроїв, до яких не приєднано дугогасні реактори, - струм замикання на землю в разі вимкнення найпотужнішого з реакторів;

3) в електричних мережах із заземленою через резистор нейтраллю або через дугогасні реактори та резистор - струм I_p визначають за виразом:

$$(1.7.5) \quad I_p = \sqrt{I_3^2 + \left(\frac{U_\phi}{R_p}\right)^2},$$

де U_ϕ - фазна напруга мережі, В;

I_3 - струм, прийнятий згідно з переліками 1) або 2), за відсутності резистора, А;

- опір резистора, Ом.

За розрахунковий може бути прийнято струм плавлення запобіжників або струм спрацьовування релейного захисту від однофазних замикань на землю або міжфазних замикань, якщо в останньому випадку захист забезпечує вимкнення замикань на землю. У цьому разі струм замикання на землю повинен перевищувати номінальний струм запобіжників не менше ніж у 3 рази і струм спрацьовування релейного захисту не менше ніж у 1,5 раза, а напруга на заземлювальному пристрої під час замикання на землю залежно від тривалості замикання не повинна перевищувати наведену в табл. 1.7.3.

Розрахунковий струм замикання на землю слід визначати для тієї з можливих схем мережі, в якій цей струм має найбільше значення.

1.7.100. Для трансформаторних підстанцій 6-10/0,4 кВ влаштовують, як правило, один заземлювальний пристрій, до якого приєднують:

- нейтралі і корпуси трансформаторів;

- металеві оболонки і броню кабелів напругою понад 1 кВ;

- металеві оболонки і броню кабелів напругою до 1 кВ, крім тих, в яких нейтральний провідник заземлений на незалежний заземлювач;

- відкриті провідні частини обладнання напругою до і понад 1 кВ;

- сторонні провідні частини.

У кабельних мережах умова 1.7.3 завжди виконується, якщо опір спільного заземлювального пристрою підстанції відповідає вимогам до електроустановок

напругою до 1 кВ (1.7.92 і 1.7.97) або до заземлювальної шини підстанції приєднано свинцеві оболонки і броню кабелів, прокладених у землі, за кількості кабелів, не меншої ніж два, напругою до або понад 1 кВ чи обох напруг, у разі загальної довжини цих кабелів, не меншої ніж 1 км.

1.7.101. У зовнішніх електроустановках напругою понад 1 кВ довкола площі, зайнятої електрообладнанням, на глибині, не меншій ніж 0,5 м, слід прокладати замкнутий горизонтальний заземлювач, до якого приєднують відкриті провідні частини, що заземлюються.

Якщо опір заземлювального пристрою становить понад 10 Ом (згідно з 1.7.113 для землі з питомим опором понад 500 Ом • м), то необхідно додатково здійснити захисне вирівнювання потенціалів уздовж рядів електрообладнання з боку обслуговування, для чого слід прокласти в землі горизонтальні заземлювачі на глибині

0, 5 м і на відстані 0,8-1 м від фундаментів або основ електрообладнання, приєднавши їх до заземлювального пристрою.

1.7.102. Заземлювальний пристрій електроустановки мережі напругою понад 1 кВ з ізолюваною, заземленою через дугогасний реактор або (і) резистор нейтралю, об'єднаний із заземлювальним пристроєм електроустановки мережі напругою понад 1 кВ з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю в один загальний заземлювальний пристрій, повинен задовольняти також вимогам 1.7.103-1.7.111.

Таблиця 1.7.3. Залежність допустимої напруги на заземлювальному пристрої, який одночасно використовується для електроустановок до і понад 1 кВ, від тривалості замикання на землю в електроустановках напругою понад 1 кВ

Допустима напруга на заземлювальному пристрої # $x I_p$, В	Тривалість замикання на землю, с
67	-
70	3
75	2
90	1
100	0,8
110	0,6
140	0,5
200	0,4
330	0,3
460	0,2
500	0,15
560	0,1
670	0,05

ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК НАПРУГОЮ ПОНАД 1КВ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З ГЛУХОЗАЗЕМЛЕНОЮ АБО

ЕФЕКТИВНО ЗАЗЕМЛЕНОЮ НЕЙТРАЛІЮ

1.7.103. Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричній мережі з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю слід влаштовувати з дотриманням вимог або до напруги дотику (1.7.105), або до їх опору (1.7.106), а також з дотриманням вимог до їх конструктивного виконання (1.7.107-1.7.109). При цьому напругу на заземлювальному пристрої необхідно обмежувати відповідно до 1.7.104. Вимоги 1.7.103-1.7.109 не поширюються на заземлювальні пристрої опор повітряних ліній електропередавання.

1.7.104. У разі стікання струму короткого замикання на землю з заземлювального пристрою, який виконується з дотриманням вимог до його опору, напруга на заземлювальному пристрої в усіх випадках не повинна перевищувати 10 кВ. Напруга понад 10 кВ допускається на заземлювальному пристрої, який виконується з дотриманням вимог до напруги дотику і з якого не може виноситись потенціал за межі зовнішньої огорожі електроустановки. Для напруги на заземлювальному пристрої понад 5 кВ слід передбачати заходи щодо захисту ізоляції кабелів зв'язку та телемеханіки, які відходять від електроустановки, і щодо запобігання винесення небезпечних потенціалів за її межі.

1.7.105. Заземлювальний пристрій, який влаштовується за вимогами до напруги дотику, повинен забезпечувати в будь-яку пору року значення напруги дотику, що не перевищує наведену у табл. 1.7.4.

Таблиця 1.7.4. Гранично допустима напруга дотику

Тривалість дії, с	До 0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	Понад 1,0 до 5,0
Напруга дотику, В	500	400	200	130	100	65

Опір заземлювального пристрою в цьому випадку визначають за допустимою напругою на заземлювальному пристрої та за струмом замикання на землю.

Для визначення допустимої напруги дотику за розрахункову тривалість дії слід приймати суму часу дії захисту і повного часу вимикання вимикача. На робочих місцях оперативного обслуговування електричного обладнання, де під час виконання оперативних перемикачів може виникнути коротке замикання на конструкції, досяжній для дотику персоналу, який виконує перемикач, треба приймати мінімальний час дії резервного захисту від цього виду пошкодження, а для іншої території - основного захисту.

Поздовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі для виконання захисного вирівнювання потенціалів необхідно розміщувати з урахуванням вимог обмеження напруги дотику до нормованих значень і зручності приєднання заземлювального обладнання.

Глибина закладання в ґрунті поздовжніх і поперечних горизонтальних штучних заземлювачів повинна бути не меншою за 0,3 м. Для зниження напруги дотику в місцях оперативного обслуговування електричного обладнання може бути виконана підсіпка шару щебеню товщиною 0,1-0,2 м.

У разі поєднання заземлювальних пристроїв електроустановок різних напруг в один спільний заземлювальний пристрій напругу дотику слід

визначати як найбільшу з випадків замикання на землю на кожній з цих електроустановок.

1.7.106. Заземлювальний пристрій, який влаштовують за вимогами до його опору, повинен мати в будь-яку пору року опір, не більший за 0,5 Ом, з урахуванням опору штучних і природних заземлювачів.

Поздовжні заземлювачі слід прокладати вздовж осей електрообладнання з боку обслуговування на глибині 0,5-0,7 м від поверхні землі і на відстані 0,8-1,0 м від фундаментів або основ устаткування. Допускається збільшувати відстані від фундаментів або основ устаткування до 1,5 м з прокладенням одного заземлювача для двох рядів устаткування, якщо сторони обслуговування повернено одна до одної, а відстань між підвалинами або фундаментами двох рядів не перевищує 3,0 м.

Поперечні заземлювачі треба прокладати в зручних місцях між устаткуванням на глибині 0,5-0,7 м від поверхні землі. Відстань між ними рекомендується приймати в бік збільшення від периферії до центру заземлювальної сітки. При цьому перша і наступні відстані, починаючи від периферії, не повинні перевищувати відповідно 4,0; 5,0; 6,0; 7,5; 9,0; 11; 13,5; 16; 20 м. Розміри ланок заземлювальної сітки, які прилягають до місць приєднання нейтралей силових трансформаторів і короткозамикачів до заземлювального пристрою, не повинні перевищувати 6м X 6м.

Горизонтальні заземлювачі необхідно прокладати по краю території, зайнятої заземлювальним пристроєм, так, щоб вони в сукупності утворювали замкнутий контур.

Якщо заземлювальний пристрій знаходиться у межах зовнішньої огорожі електроустановки, то біля входів і в'їздів на її територію слід вирівнювати потенціал, наприклад, шляхом установа двох вертикальних заземлювачів, приєднаних до зовнішнього горизонтального заземлювача напроти входів і в'їздів. У цьому разі вертикальні заземлювачі повинні бути довжиною 3- 5 м, а відстань між ними повинна дорівнювати ширині входу чи в'їзду.

1.7.107. У разі влаштування заземлювального пристрою за вимогами до напруги дотику (1.7.105) або до його опору (1.7.106) додатково необхідно:

- прокладати замкнений горизонтальний заземлювач навколо площі, зайнятої електрообладнанням;
- прокладати поздовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі та з'єднувати їх між собою в заземлювальну сітку;
- забезпечувати якомога меншу довжину заземлювальних провідників;
- прокладати поздовжні і поперечні горизонтальні заземлювачі так, щоб вузол з'єднання їх між собою в заземлювальну сітку був поблизу місць розміщення нейтралей силових трансформаторів і короткозамикачів;
- приєднувати високовольтне обладнання до заземлювача, який забезпечує стікання струму не менше ніж у двох напрямках;
- прокладати заземлювальні провідники, які приєднують обладнання або конструкції до заземлювача, на глибину, не меншу за 0,3 м.

У разі виходу заземлюваного пристрою за межі електроустановки горизонтальні заземлювачі, які знаходяться поза територією електроустановки, слід прокладати на глибину, не меншу ніж 1 м, а зовнішній контур його рекомендується влаштовувати у вигляді багатокутника з тупими або

заокругленими кутами.

1.7.108. Зовнішню огорожу електроустановок не рекомендується приєднувати до заземлювального пристрою.

Якщо від електроустановки відходять повітряні лінії напругою 110 кВ і вище, то огорожу необхідно заземлювати за допомогою вертикальних заземлювачів довжиною 2-3 м, установлених біля стоек огорожі по всьому її периметру через кожних 20-50 м. Установлювати такі заземлювачі не потрібно для огорожі з металевими стойками і з тими стойками із залізобетону, арматуру яких електрично з'єднано з металевими ланками огорожі.

Для усунення електричного зв'язку зовнішньої огорожі з заземлювальним пристроєм відстань від огорожі до елементів заземлювального пристрою, розташованих уздовж неї з внутрішнього, зовнішнього або з обох боків, повинна бути не меншою ніж 2 м. Горизонтальні заземлювачі, труби і кабелі з металевою оболонкою або бронею та інші металеві комунікації, які виходять за межі огорожі, слід прокладати посередині між стойками огорожі на глибину, не меншу ніж 0,5 м. У місцях прилягання зовнішньої огорожі до будівель і споруд, а також у місцях прилягання до зовнішньої огорожі внутрішніх металевих огорож необхідно влаштовувати цегляні або дерев'яні вставки довжиною, не меншою ніж 1 м.

Живлення електроприймачів, установлених на зовнішній огорожі, необхідно здійснювати від розділових трансформаторів (згідно з 1.7.111). Розділові трансформатори не допускається встановлювати на огорожі. Лінію, що з'єднує вторинну обмотку розділового трансформатора з електроприймачем, установленим на огорожі, необхідно ізолювати від землі на розрахункову напругу на заземлювальному пристрої.

1.7.109. Якщо здійснити хоча б один із зазначених у 1.7.108 заходів неможливо, то металеві частини огорожі необхідно приєднати до заземлювального пристрою і виконати захисне вирівнювання потенціалів так, щоб напруга дотику з зовнішнього і внутрішнього боків огорожі не перевищувала допустимих значень. У разі влаштування заземлювального пристрою за допустимим опором необхідно прокласти горизонтальний заземлювач із зовнішнього боку огорожі на відстані 1 м від неї і на глибину 1 м. Цей заземлювач необхідно приєднувати до заземлювального пристрою не менше ніж у чотирьох точках.

1.7.110. Якщо заземлювальний пристрій будь-якої іншої електроустановки з'єднано з заземлювачем електроустановки напругою понад 1 кВ електричної мережі з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю кабелем з металевою оболонкою чи бронею, а також через інші металеві зв'язки, то для вирівнювання потенціалів навколо такої електроустановки або будівлі, в якій її розташовано, необхідно застосувати один з таких заходів:

1) прокласти в землі на глибину 1 м і на відстані 1 м від фундаменту будівлі або периметра території, яку зайнято устаткуванням, заземлювач, з'єднаний із системою зрівнювання потенціалів цієї території, а на вході і на в'їзді на територію будівлі - провідники на відстані 1 м і 2 м від заземлювача на глибину 1 м і 1,5 м відповідно і з'єднати ці провідники із заземлювачем;

2) використати залізобетонні фундаменти як заземлювачі відповідно до

1.7.115, якщо при цьому забезпечується допустимий рівень вирівнювання потен-

ціалів. Забезпечувати умови захисного вирівнювання потенціалів за допомогою залізобетонних фундаментів, що використовуються як заземлювачі, необхідно згідно з ГОСТ 12.1.030.

Дотримуватися заходів, зазначених у переліках 1) і 2), не обов'язково, якщо навколо будівлі є асфальтові вимощення, у тому числі на входах і на в'їздах. Якщо біля якого-небудь входу (в'їзду) вимощення відсутнє, то біля цього входу (в'їзду) слід здійснювати захисне вирівнювання потенціалів шляхом укладання двох провідників, як зазначено в переліку 1), або дотримуватися заходу за переліком 2). В усіх випадках необхідно дотримуватися вимог згідно з 1.7.111.

1.7.111. З метою уникнення винесення потенціалу не допускається живлення електроприймачів, що знаходяться за межами заземлювальних пристроїв електроустановки напругою понад 1 кВ електричної мережі з глухозаземленою нейтраллю, від трансформатора з заземленою нейтраллю з боку напруги до 1 кВ, який знаходиться в межах контура заземлювального пристрою електроустановки напругою понад 1 кВ.

За необхідності живлення таких електроприймачів можна здійснювати від трансформатора з ізолюваною нейтраллю на боці напруги до 1 кВ повітряною лінією або кабельною лінією з кабелем без металевої оболонки і броні. У цьому разі напруга на заземлювальному пристрої не повинна перевищувати напругу спрацювання пробивного запобіжника, встановленого з боку нижчої напруги трансформатора з ізолюваною нейтраллю.

Живлення таких електроприймачів можливе також від розділового трансформатора. Розділовий трансформатор і лінія від його вторинної обмотки до електроприймача, якщо вона проходить територією, зайнятою заземлювальним пристроєм електроустановки напругою понад 1 кВ, повинні мати ізоляцію від землі на розрахункове значення напруги на заземлювальному пристрої.

ЗАЗЕМЛЮВАЛЬЩІ ПРИСТРОЇ В МІСЦЕВОСТЯХ З ВЕЛИКИМ ПИТОМИМ ОПОРОМ ЗЕМЛІ

1.7.112. У разі спорудження штучних заземлювачів на території електроустановки в місцевостях з великим питомим опором землі рекомендується вживати такі заходи:

- улаштування вертикальних заземлювачів збільшеної довжини, якщо з глибиною питомий опір землі зменшується, а природні заглиблені заземлювачі (наприклад, свердловини з обсадними металевими трубами) відсутні;
- улаштування виносних заземлювачів, якщо поблизу від електроустановки є місця з меншим питомим опором землі;
- укладання в траншеї навколо горизонтальних заземлювачів у скельних структурах вологого глинистого ґрунту з наступним трамбуванням і засипанням щебенем до верху траншеї;
- застосування штучного оброблення ґрунту з метою зниження його питомого опору, якщо інші заходи не можуть бути застосовані або не дають необхідного ефекту.

1.7.113. Для електроустановок напругою понад 1 кВ, а також до 1 кВ з ізолюваною нейтраллю, у районах з питомим опором землі $\rho > 500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, якщо заходи, передбачені 1.7.112, не дають змоги отримати прийнятні за економічними показниками заземлювачі, допускається збільшувати

встановлені цією главою значення опорів заземлювальних пристроїв у 0,002 р рази, але не більше ніж в 10 разів. Збільшення встановлених цією главою опорів повинне бути таким, щоб виконувались умови 1.7.2-1.7.4, наведені в 1.7.97 і 1.7.98.

1.7.114. Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ з ефективно і глухозаземленою нейтраллю в районах з великим питомим опором землі слід, як правило, влаштовувати за вимогами до напруги дотику (1.7.105). За наявності природних заземлювачів з малим опором допускається здійснювати їх за нормами до опору.

У скельних структурах допускається прокладати горизонтальні заземлювачі на меншу глибину, ніж вимагається згідно з 1.7.105-1.7.108, але не меншу ніж

0, 15 м. Крім того, допускається не влаштовувати вертикальні заземлювачі, які вимагаються згідно з 1.7.106, на входах і на в'їздах.

ЗАЗЕМЛЮВАЧІ

1.7.115. Як природні заземлювачі можна використовувати:

- металеві і залізобетонні конструкції будівлі і споруди, які перебувають у контакті з землею, у тому числі залізобетонні фундаменти в неагресивних, слабо-агресивних і середньоагресивних середовищах;

- підземні частини залізобетонних і металевих опор повітряних ліній електропередавання, у тому числі фундаменти опор, за відсутності гідроізоляції залізобетону полімерними матеріалами;

- свинцеві оболонки кабелів, прокладених у землі. Оболонки кабелів можуть бути єдиними заземлювачами за кількості кабелів, не меншої ніж два. Алюмінієві оболонки кабелів використовувати як заземлювачі не допускається;

- металеві трубопроводи, прокладені в землі (див. також 1.7.116);

- інші провідні частини, які є придатними для цілей заземлення і не можуть бути навіть тимчасово демонтовані (повністю або частково) без відома персоналу, який експлуатує електроустановку (обсадні труби бурових свердловин, металеві шпунти гідротехнічних споруд, закладні частини затворів тощо);

- заземлювачі опор повітряних ліній електропередавання, з'єднані з заземлювальним пристроєм електроустановки за допомогою грозозахисного троса, якщо трос не ізолювано від опор лінії;

- заземлювачі опор повітряних ліній електропередавання напругою до 1 кВ, з'єднані РЕИ-провідником із заземлювальним пристроєм джерела живлення за кількості ліній, не меншої ніж дві;

- рейки магістральних неелектрифікованих залізниць і під'їзних колій за наявності перемичок між рейками.

1.7.116. Не допускається використовувати як природні заземлювачі трубопроводи горючих рідин, горючих або вибухонебезпечних газів і сумішей. Не слід також використовувати як природні заземлювачі труби каналізації, центрального опалення та комунального водопроводу. Проте ці вимоги не виключають необхідності приєднання цих трубопроводів і труб в електроустановках напругою до 1 кВ до основної системи зрівнювання потенціалів. Не слід також використовувати як природні заземлювачі залізобетонні конструкції будівель і споруд з попередньо напруженою арматурою, проте це обмеження не

поширюється на опори повітряних ліній електропередавання і опорні конструкції відкритих розподільчих установок.

Можливість використання природних заземлювачів за умовою густини струму, який протікає по них, необхідність зварювання арматурних стержнів залізобетонних фундаментів і конструкцій, приварювання анкерних болтів до арматурних стержнів залізобетонних фундаментів, а також можливість використання фундаментів у сильноагресивних середовищах повинні визначатися розрахунками.

1.7.117. Штучні заземлювачі можуть бути з чорної сталі без покриття або з покриттям, з нержавіючої сталі і мідними. Штучні заземлювачі не слід фарбувати.

Матеріал, який використовується для заземлювачів і заземлювальних провідників, повинен бути електрохімічно сумісним з матеріалом з'єднувальних і контактних елементів.

Мінімальні розміри заземлювачів і заземлювальних провідників, прокладених у землі, мають відповідати розмірам, зазначеним у табл. 1.7.5.

Таблиця 1.7.5. Мінімальні розміри заземлювачів і заземлювальних провідників, прокладених у землі

Матеріал	Характеристика зовнішньої поверхні	Тип заземлювачів	Мінімальні розміри			
			Діаметр, мм	Переріз, мм ²	Товщина стінки, мм	Товщина покриття, мкм
1	2	3	4	5	6	7
Сталь чорна	Без покриття	Для вертикальних заземлювачів:	16	-	-	-
		Для горизонтальних заземлювачів: - круглий - прямокутна штаба - профіль	10	100 100	4 4	-
Сталь з покриттям	Гарячо-оцинковане покриття	Для вертикальних заземлювачів: круглий	16	-	-	70
		Для горизонтальних заземлювачів: - круглий - прямокутна штаба - профіль	10	90 90	3 3	50 70 70
	Гальванічне мідне покриття	Для вертикальних заземлювачів: круглий	14	-	-	250
		Для горизонтальних заземлювачів: круглий	10	-	-	250

1	2	3	4 5 6 7			
Нержавіюча сталь	Без покриття	Так само, як для сталі з гарячооцинкованим покриттям				
Мідь	Без покриття	Круглий	12	50	2	-
		Прямокутна штаба	20		2	
		Труба	20			
		Канат багатодротовий	1,8 для кожного 3 дротів	35	-	-

Заземлювачі з чорної сталі, як правило, не слід використовувати в сильноагресивному середовищі. У цьому випадку рекомендується застосовувати мідні заземлювачі або заземлювачі зі сталі з мідним гальванічним покриттям. У разі використання заземлювачів з чорної сталі без покриття в середньоагресивному середовищі їх розміри рекомендується збільшувати порівняно з поданими в табл. 1.7.5 і залежно від розрахункового терміну служби заземлювального пристрою.

1.7.118. Переріз горизонтальних заземлювачів для електроустановок напругою понад 1 кВ необхідно вибирати за умови термічної стійкості і допустимої температури нагрівання 400 °С (короткочасне нагрівання, яке відповідає повному часу дії основного захисту і вимкнення вимикача). За розрахунковий приймається струм однофазного замикання на землю в електроустановках з ефективнозаземленою і глухозаземленою нейтраллю і струм подвійного замикання на землю в електроустановках з ізольованою, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю.

1.7.119. Траншеї для горизонтальних заземлювачів необхідно заповнювати однорідним ґрунтом, який не містить у собі щебеню і будівельного сміття.

Не слід розташовувати заземлювачі в місцях, де земля підсушується штучним нагріванням, наприклад, поблизу трубопроводів.

ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНІ ПРОВІДНИКИ

1.7.120. Переріз заземлювальних провідників залежно від напруги електроустановки і режиму нейтралі повинен відповідати вимогам, наведеним у 1.7.121-1.7.123.

Якщо заземлювальний провідник прокладають у землі, то його мінімальний переріз залежно від матеріалу, з якого його виготовлено, повинен відповідати зазначеному в табл. 1.7.5.

Прокладати в землі алюмінієві заземлювальні провідники не допускається, а також не допускається використовувати як заземлювальні провідники відкриті провідні частини кабельних споруд.

Заземлювальні провідники необхідно захищати від корозії одним з існуючих способів, наприклад, шляхом фарбування в слабоагресивних ґрунтах, а в середньо- та сильноагресивних ґрунтах додатково на переході ґрунт-повітря

рекомендується встановлювати термоусаджувальну трубку довжиною, не меншою ніж 0,6 м (0,3 м під землею та 0,3 м над землею).

1.7.121. В електроустановках напругою до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю переріз заземлювальних провідників, які з'єднують струмовідну частину джерела живлення з заземлювачем, повинен відповідати вимогам 1.7.137 до захисних провідників. Переріз заземлювальних провідників повторних заземлень, а також в системах заземлення ТТ і ІТ, які з'єднують заземлювач із РЕ-шиною, або ГЗШ, визначають за максимальним струмом, який може протікати через заземлювач за час спрацьовування захисного пристрою.

В усіх випадках мінімальний переріз заземлювального провідника повинен бути не меншим ніж 6 мм² - для міді, 16 мм² - для алюмінію і 50 мм² - для сталі.

Переріз заземлювального провідника, який з'єднує заземлювач робочого (функціонального) заземлення з ГЗШ, повинен відповідати вимогам стандартів і інструкцій виробника обладнання щодо влаштування його заземлення та бути не меншим ніж 10 мм² - для міді, 16 мм² - для алюмінію, 75 мм² - для сталі.


Переріз заземлювальних провідників повітряних ліній електропередавання напругою до 1 кВ слід приймати відповідно до вимог глави 2.4.

1.7.122. В електроустановках напругою понад 1 кВ електричної мережі а ізованою, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю провідність заземлювальних провідників повинна становити не менше 1/3 провідності фазних провідників. Як правило, не вимагається застосовувати мідні провідники перерізом понад 25 мм², алюмінієві - понад 35 мм², сталеві - понад 120 мм².

1.7.123. В електроустановках напругою понад 1 кВ з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю переріз заземлювальних провідників необхідно вибирати таким чином, щоб у разі протікання через них найбільшого струму однофазного замикання на землю температура заземлювальних провідників не перевищувала 400 °С (короткочасне нагрівання, яке відповідає повному часу дії основного захисту і вимкнення вимикача).

1.7.124. Для вимірювання опору заземлювального пристрою необхідно передбачати в зручному місці можливість від'єднання заземлювального провідника. Від'єднання заземлювального провідника повинне бути можливим тільки за допомогою інструмента. В електроустановках напругою до 1 кВ таким місцем, як правило, є ГЗШ.

1.7.125. У місці введення в будівлю або споруду заземлювального провідника, який не входить до складу кабелю живлення, повинен бути нанесений

знак .

ГОЛОВНА ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНА ШИНА (ГЗШ)

1.7.126. У кожній електроустановці напругою до 1 кВ, в якій виконується основна система зрівнювання потенціалів, необхідно передбачати влаштування ГЗШ.

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА

1.7.127. Якщо будівля має кілька окремих введів, то ГЗШ потрібно влаштувати для кожного ввідного пристрою. За наявності вбудованих трансформаторних підстанцій ГЗШ необхідно влаштувати для кожної з них.

1.7.128. Матеріал і конструкція ГЗШ повинні забезпечувати її механічну міцність, термічну і корозійну стійкість, зручність приєднання до неї провідників.

ГЗШ слід виготовляти з міді, латуні; допускається виготовляти її зі сталі. Застосування алюмінієвих шин не допускається.

Переріз ГЗШ повинен забезпечувати її провідність, не меншу ніж провідність того з безпосередньо приєднаних до неї провідників, у якого провідність має найбільше значення.

1.7.129. Конструкція ГЗШ повинна передбачати можливість індивідуального приєднання і від'єднання провідників.

Приєднання і від'єднання провідників повинні бути можливими тільки за допомогою інструмента.

1.7.130. ГЗШ можна розташовувати всередині ввідного пристрою електроустановки напругою до 1 кВ або влаштувати окремо біля нього в місці, доступному ізручному для обслуговування. Як ГЗШ можна використовувати РЕ-шину ввідного пристрою.

У місцях, доступних особам, які не експлуатують електроустановку, влаштувати окрему ГЗШ не рекомендується. Якщо уникнути цього неможливо, то окрему ГЗШ слід розташовувати в шафі з дверцями, які зачиняються на ключ.

У місцях, доступних тільки обслуговуючому персоналу (наприклад, в елект-роприміщеннях), окрему ГЗШ можна встановлювати відкрито.

ЗАХИСНІ ПРОВІДНИКИ (РЕ-ПРОВІДНИКИ)

1.7.131. Як захисні провідники в електроустановках напругою до 1 кВ можна використовувати:

1) спеціально передбачені для цього провідники:

- жили багатожильних кабелів і проводів;

- ізольовані або неізольовані провідники» прокладені в огорожувальній конструкції (трубі, коробі, лотку) спільно з фазними провідниками лінії живлення;

- стаціонарно прокладені ізольовані або неізольовані провідники;

2) відкриті провідні частини:

- алюмінієві оболонки кабелів;

- металеві оболонки і опорні конструкції комплектних пристроїв і шинопроводів, які входять до складу електроустановки напругою до 1 кВ;

- металеві коробки і лотки електропроводок, якщо їх конструкція допускає таке використання і це зазначено в документації виготовлювача;

- металеві труби електропроводок;

3) деякі сторонні провідні частини:

- металеві конструкції будівель і споруд (ферми, колони тощо);

- сталева арматура залізобетонних будівельних конструкцій будівель і споруд;

- металеві конструкції виробничого призначення (підкранові рейки, галереї, площадки, шахти ліфтів і підйомників, обрамлення каналів тощо).

Провідники, спеціально передбачені для використання як захисні, не можна використовувати з іншою метою.

1.7.132. Використовувати відкриті і сторонні провідні частини, зазначені в 1.7.131 як захисні провідники допускається, якщо вони відповідають вимогам цієї глави до провідності електричного кола.

Відкриті і сторонні провідні частини можна використовувати як захисні провідники, якщо вони крім того одночасно відповідають таким вимогам:

- неперервність електричного кола забезпечується їх конструкцією або відповідними з'єднаннями, захищеними від механічних, хімічних і електрохімічних пошкоджень;

- їх демонтаж неможливий без відома персоналу, який експлуатує електроустановку.

1.7.133. Не допускається використовувати як захисні провідники такі провідні частини:

- труби газопостачання та інші трубопроводи горючих або вибухонебезпечних речовин і сумішей;

- труби водопостачання, каналізації і центрального опалення;

- несучі троси для тросової проводки;

- свинцеві оболонки кабелів і проводів;

- конструктивні частини, які можуть зазнавати механічного пошкодження в нормальних умовах експлуатації;

- металеві оболонки ізоляційних трубок і трубчастих проводів, металорукави тощо.

Примітка. Використання свинцевих оболонок кабелів як захисних провідників може бути допущено, якщо воно буде обґрунтоване відповідними розрахунками.

1.7.134. РЕ-провідник, якщо він входить до складу лінії (кабелю, проводу), що живить дане обладнання, не допускається використовувати для виконання функцій РЕ-провідника електрообладнання, яке отримує живлення від іншої лінії. Також не допускається використовувати відкриті провідні частини електрообладнання як РЕ-провідники для іншого обладнання. Винятком є оболонки і опорні конструкції комплектних пристроїв і комплектних шинопроводів, якщо є можливість приєднання до них захисних провідників у потрібному місці.

1.7.135. Ізоляція захисних провідників не вимагається. Проте в місцях, де можливе пошкодження ізоляції фазних провідників через іскріння між неізолюваним захисним провідником і металевою оболонкою або конструкцією (наприклад, у разі прокладання провідників у трубах, коробах, лотках), захисні провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну з фазними провідниками.

1.7.136. РЕ-провідники необхідно, як правило, прокладати в спільній оболонці з фазними провідниками або поряд з ними.

Якщо для захисту від ураження електричним струмом використовуються пристрої захисту від надструму, ця вимога є обов'язковою.

1.7.137. Мінімальний переріз РЕ-провідників повинен відповідати значенням, наведеним у табл. 1.7.6.

Переріз провідників у табл. 1.7.6 наведено для випадку, коли їх виготовлено з того самого матеріалу, що й фазні. Переріз провідників з іншого матеріалу повинен бути за провідністю еквівалентним зазначеному в табл. 1.7.6.

Таблиця 1.7.6. Мінімальний переріз РЕ-провідників, які є жилою кабелю або ізольованого проводу живлення

Переріз фазних провідників, мм ²	Мінімальний переріз захисних провідників, мм ²
Б < 16	Э
16 < в < 35	16
в > 35	в/2

Мінімальний переріз РЕ-провідника, який є жилою кабелю (проводу) з перерізом фазних жил 150 мм², допускається приймати перерізом 70 мм².

1.7.138. Переріз РЕ-провідника повинен також бути не меншим від мінімального значення, яке визначається за формулою:

$$S = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K},$$

де S - мінімальний переріз РЕ-провідника, мм²;

I - струм короткого замикання, який забезпечує час вимкання пошкодженого кола захисним апаратом відповідно до табл. 1.7.1 або час, не більший ніж S с відповідно до 1.7.82, А;

t - час спрацювання захисного пристрою, с;

K - коефіцієнт, значення якого залежить від матеріалу РЕ-провідника, його ізоляції, початкової та кінцевої температур. Значення K для РЕ-провідників за різних умов наведено в табл. 1.7.7-1.7.11.

Якщо в результаті розрахунку отримано нестандартний переріз, як мінімальний переріз РЕ-провідника необхідно приймати найближче більше стандартне значення.

1.7.139. Переріз мідних РЕ-провідників, які не входять до складу кабелів або проводів живлення і прокладених не в загальній огорожувальній конструкції (трубі, коробі, лотку) з фазними провідниками, в усіх випадках повинен бути не меншим ніж:

- 2,5 мм² - за наявності механічного захисту;
- 4 мм² - за відсутності механічного захисту.

Переріз окремо прокладених алюмінієвих РЕ-провідників повинен бути не меншим за 16 мм².

1.7.140. Якщо РЕ-провідник є спільним для двох або більше кіл, то його мінімальний переріз повинен визначатися з урахуванням:

- провідності фазних провідників того кола, в якому вона найбільша;
- найбільшого значення добутку $I_2 * i$, який має місце в цих колах.

Таблиця 1.7.7. Значення коефіцієнта K для ізольованих РЕ-провідників, які не входять до складу кабелів (проводів) живлення і не прокладені в джгуті з іншими кабелями (проводами)

Ізоляції провідника (у дужках зазначено тривало допустиму температуру ізоляції)	Температура, °С		Матеріал провідника		
	початкова	кінцева	Мідь	Алюміній	Сталь
			Значення коефіцієнта K		
Полівінілхлорид (70 °С)	30	160(140)	143(133)	95(88)	52(49)
Полівінілхлорид (90 °С)	30	160(140)	143(133)	95(88)	52(49)
Зшитий поліетилен, етилен-пропіленова гума (90 °С)	30	250	176	116	64
Гума (60 °С)	30	200	159	105	58
Гума (85 °С)	30	220	166	110	60
Силіконова гума	30	350	201	133	73

Примітка. Значення кінцевої температури і коефіцієнта K , зазначеного в дужках, використовують для провідників, переріз яких перевищує 300 мм².

Таблиця 1.7.8. Значення коефіцієнта K для неізольованих РЕ-провідників, які перебувають у контакті з покриттям кабелю (ізольованого проводу) і не прокладені в джгуті з іншими кабелями (ізольованими проводами)

Ізоляційне покриття кабелю або проводу	Температура, °С		Матеріал провідника		
	початкова	кінцева	Мідь	Алюміній	Сталь
			Значення коефіцієнта K		
Полівінілхлорид	30	200	159	105	58
Поліетилен	30	150	138	91	50
Бутилова гума	30	220	166	110	60

Таблиця 1.7.9. Значення коефіцієнта K для РЕ-провідників, які входять до складу кабелів (ізолюваних проводів) живлення або прокладені в джгуті з іншими кабелями (ізолюваними проводами)

Ізоляції провідника (у дужках зазначено тривало допустиму температуру ізоляції)	Температура, °С		Матеріал провідника		
	початкова	кінцева	Мідь	Алюміній	Сталь
			Значення коефіцієнта K		
Полівінілхлорид (70 °С)	70	160(140)	115(103)	76(68)	42(37)
Полівінілхлорид (90 °С)	90	160(140)	100(86)	66(57)	36(31)
Зшитий поліетилен, етилен-пропіленова гума (90 °С)	90	250	143	94	52
Гума (60 °С)	60	200	141	93	51
Гума (85 °С)	85	220	134	89	48
Силіконова гума	180	350	132	87	47

Примітка. Значення кінцевої температури і коефіцієнта K , зазначеного в дужках, використовують для провідників, переріз яких перевищує 300 мм².

Таблиця 1.7.10. Значення коефіцієнта K у разі використання як РЕ-провідника металеві оболонки» броні кабелю (ізолюваного проводу) живлення

Ізоляції кабелю або проводу (у дужках зазначено тривало допустиму температуру ізоляції)	Температура, С		Матеріал провідника		
	початкова	кінцева	Мідь	Алюміній	Сталь
			Значення коефіцієнта K		
Полівінілхлорид (70 °С)	60	200	141	93	51
Полівінілхлорид (90 °С)	80	200	128	85	46
Зшитий поліетилен, етилен-пропіленова гума (90 °С)	80	200	128	85	46
Гума (60 °С)	55	200	144	95	52
Гума (85 °С)	75	220	140	93	51
Мінеральна з полівінілхлоридним покриттям	70	200	135	-	-
Мінеральна без покриття	105	250	135	-	-

Таблиця 1.7.11. Значення коефіцієнта K для неізольованих РЕ-провідників, якщо вказані температури не є небезпечними для матеріалів, що знаходяться поблизу цих провідників (початкову температуру провідника прийнято 30 °С)

Умови експлуатації провідників	Матеріал провідника					
	Мідь		Алюміній		Сталь	
	K	Максимальна температура, °С	K	Максимальна температура, °С	K	Максимальна температура, °С
Прокладені відкрито і в спеціально відведених місцях	228	500*	125	300*	82	500*
Звичайні	159	200	105	200	58	200
Пожежонебезпечні	138	150	91	150	50	150
* Зазначені температури допускаються, якщо вони не погіршують якість з'єднання.						

1.7.141. Захисні провідники допускається прокладати в землі, у підлозі, по краю фундаментів технологічних установок тощо. Не допускається прокладати в землі неізольовані алюмінієві захисні провідники.

1.7.142. У сухих приміщеннях без агресивного середовища захисні провідники можна прокладати безпосередньо по стінах. У вологих, сирих і особливо сирих приміщеннях, а також у приміщеннях з агресивним середовищем захисні провідники необхідно прокладати на відстані від стін, не меншій ніж 10 мм.

1.7.143. Неізольовані захисні провідники слід захищати від корозії.

У місцях перетину їх з кабелями, трубопроводами тощо, а також у місцях їх введення в будівлі, переходу крізь стіни і перекриття вони повинні бути захищені від механічних пошкоджень.

У місцях перетину температурних і осадкових швів треба передбачати компенсацію їх довжини.

1.7.144. Захисні провідники повинні мати кольорове позначення поздовжніми або поперечними жовтими і зеленими смугами однакової ширини, що чергуються (див. також главу 1.1).

РЕХ -ПРОВІДНИКИ

1.7.145. У системі ТК для трифазних повітряних і кабельних ліній, жили яких мають переріз, не менший ніж 10 мм² для мідних і 16 мм² - для алюмінієвих провідників, функції захисного (РЕ-) і нейтрального (М-) провідників можна поєднувати в одному РЕИ-провіднику за умови, що частина електроустановки, яка розглядається, не захищена ПЗВ.

1.7.146. Спеціально передбачені РЕИ-провідники повинні відповідати вимогам 1.7.137 до перерізу РЕ-провідників, а також глави 2.1 або інших чинних нормативних документів до перерізу нейтрального провідника.

РЕК-провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну з ізоляцією фазних провідників.

Ізолювати РЕ[^]шини в комплектних розподільчих установках не вимагається.

Не допускається використовувати сторонні провідні частини як єдиний РЕИ- провідник.

1.7.147. Якщо починаючи з якої-небудь точки №- і РЕ-провідники поділено, не дозволяється об'єднувати ці провідники за цією точкою по ходу енергії. Якщо в розподільчій установці передбачено окремі шини для поділу БІ- і РЕ-провідників, РЕМ- провідник необхідно приєднувати до шини для підключення РЕ-провідників.

ПРОВІДНИКИ СИСТЕМИ ЗРІВНЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛІВ

1.7.148. Для влаштування систем зрівнювання потенціалів можна використовувати сторонні і відкриті провідні частини електроустановок, зазначені в 1.7.131, або спеціально прокладені провідники чи їх сполучення.

1.7.149. Переріз провідників основної системи зрівнювання потенціалів повинен бути не меншим ніж:

- 6 мм² для міді,
- 16 мм² для алюмінію,
- 50 мм² для сталі.

1.7.150. Переріз провідників додаткової системи зрівнювання потенціалів повинен забезпечувати провідність, не меншу ніж:

- у разі з'єднання двох відкритих провідних частин - провідність найменшого із захисних провідників, приєднаних до цих частин;
- у разі з'єднання відкритої і сторонньої провідних частин - половину провідності захисного провідника, приєднаного до відкритої провідної частини.

Переріз провідників додаткової системи зрівнювання потенціалів повинен також відповідати вимогам 1.7.139.

З'ЄДНАННЯ І ПРИЄДНАННЯ ЗАХИСНИХ ПРОВІДНИКІВ

1.7.151. З'єднання і приєднання заземлювальних, РЕ-провідників і провідників системи зрівнювання і вирівнювання потенціалів повинні забезпечувати неперервність електричного кола. З'єднання сталевих провідників рекомендується здійснювати зварюванням. У приміщеннях і зовнішніх електроустановках без агресивного середовища допускається з'єднувати заземлювальні і захисні провідники іншими способами, які забезпечують вимоги ГОСТ 10434 до з'єднань класу 2.

У разі влаштування заземлювальних пристроїв з використанням штучних мідних заземлювачів або заземлювачів із чорної сталі з покриттям для з'єднання заземлювачів між собою і приєднання до них заземлювальних провідників можуть застосовуватися спеціальні різьбові з'єднання, виготовлені за технічними умовами, узгодженими в установленому порядку, або такі, що мають сертифікат відповідності.

З'єднання слід захищати від корозії і механічного пошкодження. Для

болтових з'єднань необхідно забезпечувати заходи проти ослаблення контакту. У разі з'єднання провідників з різних матеріалів слід передбачати заходи проти можливої електролітичної корозії.

1.7.152. З'єднання повинні бути доступними для огляду і виконання випробувань, за винятком з'єднань:

- заповнених компаундом або герметичних;
- що знаходяться в підлозі, стінах, перекриттях, землі тощо;
- які є частиною обладнання і виконані відповідно до стандартів або технічних умов на це обладнання.

1.7.153. Приєднання заземлювальних провідників, РЕ-провідників і провідників зрівнювання потенціалів до відкритих провідних частин необхідно виконувати шляхом зварювання або болтового з'єднання.

У разі використання природних заземлювачів для заземлення електроустановок і сторонніх провідних частин як РЕ-провідників і провідників зрівнювання потенціалів контактні з'єднання необхідно здійснювати методами, передбаченими ГОСТ 12.1.030.

З'єднання захисних провідників електропроводок і повітряних ліній необхідно здійснювати такими самими методами, що й з'єднання фазних провідників.

1.7.154. Захисні провідники, приєднані до обладнання, яке підлягає частому демонтажу чи встановлене на рухомих частинах або зазнає тряски і вібрації, повинні бути гнучкими.

1.7.155. Місця і способи приєднання заземлювальних провідників до протязних природних заземлювачів, наприклад, до трубопроводів, слід вибирати такими, щоб у разі роз'єднування заземлювачів для ремонтних робіт очікувана напруга дотику і розрахункове значення опору заземлювального пристрою не перевищували безпечних значень.

1.7.156. У разі виконання контролю неперервності кола заземлення не допускається вмикати котушки пристроїв, призначених для здійснення цього контролю, послідовно (у розсічку) з захисними провідниками.

1.7.157. Не допускається вмикати комутаційні апарати в кола РЕ- і РЕМ-провідників, за винятком випадку живлення електроприймачів за допомогою штепсельних з'єднань.

Допускається одночасно вимикати всі провідники на вводі в електроустановки індивідуальних житлових, дачних будинків і аналогічних до них об'єктів, які живляться однофазними відгалуженнями від повітряної лінії. У цьому разі поділ РЕИ-провідника на РЕ- і N-провідники необхідно здійснювати до ввідного захисно-комутаційного апарата.

1.7.158. Якщо РЕ-провідники можуть бути роз'єднані за допомогою такого самого штепсельного з'єднувача, що й фазні провідники, розетка і вилка штепсельного з'єднувача повинні мати спеціальні захисні контакти для приєднання до них РЕ-провідників.

Якщо корпус штепсельної розетки металевий, то його необхідно приєднувати до захисного контакту цієї розетки.

1.7.159. Приєднання кожної відкритої провідної частини електроустановки до РЕ-провідника або до захисного заземлення повинне виконуватися за допомогою окремих відгалужень. Послідовно включати в РЕ-провідник або заземлювальний провідник відкриті провідні частини не

допускається.

Приєднання сторонніх провідних частин до основної системи зрівнювання потенціалів повинне також виконуватися за допомогою окремих відгалужень.

Приєднання відкритих і сторонніх провідних частин до додаткової системи зрівнювання потенціалів можна виконувати за допомогою як окремих відгалужень, так і приєднання до одного спільного нероз'ємного провідника.

ПЕРЕНОСНІ ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІ

1.7.160. До переносних електроприймачів відносяться електроприймачі, які можуть у процесі їх експлуатації перебувати в руках людини (ручний електроінструмент, переносна радіоелектронна апаратура тощо).

1.7.161. Живлення переносних електроприймачів змінного струму слід виконувати від мережі напругою, не вищою за 380/220 В.

Залежно від категорії приміщення за рівнем небезпеки ураження людей електричним струмом для захисту в разі непрямого дотику в колах, які живлять переносні електроприймачі, можна застосовувати автоматичне вимикання живлення, подвійну ізоляцію, захисний електричний поділ кіл, наднизьку напругу.

1.7.162. У разі застосування автоматичного вимикання живлення металеві корпуси переносних електроприймачів, за винятком електроприймачів з подвійною ізоляцією, слід приєднувати до РЕ-провідника відповідно до особливостей типу заземлення системи.

Для цього необхідно передбачати додатковий провідник, розташований в одній оболонці з фазними провідниками (третя жила кабелю або проводу - для електроприймачів однофазного і постійного струму, четверта або п'ята жила - для електроприймачів трифазного струму), який приєднують до корпусу електроприймача та захисного контакту вилки штепсельного з'єднувача.

Цей провідник повинен бути мідним, гнучким, а його переріз - дорівнювати перерізу фазних провідників. Використовувати з цією метою нейтральний провідник, навіть розташований у спільній оболонці з фазними провідниками, не допускається.

1.7.163. Допускається застосовувати стаціонарні і окремі переносні РЕ-провідники та провідники зрівнювання потенціалів для переносних електроприймачів випробувальних лабораторій і експериментальних установок, переміщення яких під час їхньої роботи не передбачене. При цьому стаціонарні провідники повинні задовольняти вимоги 1.7.131-1.7.144, а переносні провідники повинні бути мідними, гнучкими і мати переріз, не менший за переріз фазних провідників. У разі прокладання таких провідників не в складі спільного з фазними провідниками кабелю їх переріз повинен бути не меншим від зазначеного в 1.7.139.

1.7.164. Для додаткового захисту від прямого і непрямого дотиків в колах штепсельних розеток з робочим струмом до 32 А повинні бути встановлені ПЗВ з номінальним диференційним струмом, не більшим за 30 мА. Винятком з цього правила є кола штепсельних розеток з електроприймачами, які зумовлюють великий струм витоку (більше 10 мА).

Допускається застосовувати переносні електроприймачі, обладнані ПЗВ-вилками.

1.7.165. Для приєднання переносних електроприймачів до мережі

живлення слід застосовувати штепсельні з'єднувачі, які відповідають вимогам 1.7.158.

У штепсельних з'єднувачах переносних електроприймачів, а також подовжувальних проводів і кабелів провідники з боку джерела живлення слід приєднувати до розетки, а з боку електроприймача - до вилки.

1.7.166. Для захисту кіл розеток ПЗВ рекомендується розташовувати в розподільчих щитках. Допускається застосовувати ПЗВ-розетки.

1.7.167. Захисні провідники переносних проводів і кабелів слід позначати поздовжніми або поперечними жовтими і зеленими смугами однакової ширини, які чергуються.

ПЕРЕСУВНІ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ

1.7.168. До пересувних електроустановок, на які поширюються наведені вимоги, віднесені автономні пересувні джерела живлення електричною енергією та пересувні установки, електроприймачі яких можуть отримувати живлення від стаціонарних або автономних пересувних джерел електричної енергії.

Вимоги до пересувних електроустановок не поширюються на суднові електроустановки, рухомий склад електротранспорту, житлові автофургони та електрообладнання, розташоване на рухомих частинах верстатів, машин і механізмів.

1.7.169. Автономне пересувне джерело живлення - це таке джерело живлення електричною енергією, яке дає змогу здійснювати живлення споживачів незалежно від централізованого електропостачання (енергосистеми).

1.7.170. Електроприймачі пересувних електроустановок можуть отримувати живлення від стаціонарних або автономних пересувних джерел живлення з глухо-заземленою або ізольованою нейтраллю.

1.7.171. Автономні пересувні джерела електричної енергії можна застосовувати для живлення електроприймачів як стаціонарних, так і пересувних установок.

1.7.172. У разі живлення стаціонарних електроприймачів від автономних пересувних джерел живлення режим нейтралі джерела живлення і заходи захисту повинні відповідати режиму нейтралі і заходам захисту, які прийнято для стаціонарних електроприймачів.

1.7.173. У разі живлення електроприймачів пересувних установок від стаціонарних або автономних пересувних джерел живлення з глухозаземленою нейтраллю слід застосовувати системи заземлення ТІ[^]-Б або ТМ-С-З. Об'єднувати функції захисного РЕ-провідника і К-провідника в одному спільному РЕІ-провіднику всередині пересувної електроустановки забороняється. Поділ РЕ[^]І-провідника лінії живлення на РЕ- і І-провідники слід виконувати в точці приєднання установки до джерела живлення.

Для захисту в разі непрямого дотику слід виконувати автоматичне вимикання живлення відповідно до 1.7.82. Наведений у табл. 1.7.1 допустимий час автоматичного вимикання живлення слід зменшувати вдвічі.

1.7.174. У разі живлення електроприймачів пересувних електроустановок від стаціонарних або автономних пересувних джерел живлення з ізольованою нейтраллю для захисту в разі непрямого дотику слід застосовувати захисне

заземлення в поєднанні з металевим зв'язком корпусів пересувної установки і джерела живлення та безперервним контролем ізоляції з дією на сигнал або із захисним вимиканням живлення. Опір заземлювального пристрою пересувних установок у цьому випадку повинен відповідати 1.7.97 і 1.7.98 (див. також 1.7.175) Для виконання металевого зв'язку корпусів пересувної установки і джерела живлення слід використовувати одну з жил кабелю живлення, наприклад, четверту жилу кабелю в трифазних мережах без И-провідника або п'яту жилу кабелю у трифазних мережах з И-провідником.

Провідність фазних провідників і провідників металевого зв'язку повинна забезпечувати автоматичне вимикання живлення в межах нормованого часу в разі подвійного замикання на різні відкриті провідні частини електрообладнання.

Допускається не виконувати металевий зв'язок корпусів джерела живлення і установки, якщо власні пристрої захисного заземлення джерела живлення і пересувної установки забезпечують допустимий рівень напруги дотику в разі подвійного замикання на різні відкриті провідні частини електрообладнання.

1.7.175. У разі живлення електроприймачів пересувної електроустановки від автономного пересувного джерела електричної енергії його нейтраль, як правило, повинна бути ізольованою. У цьому випадку для захисту в разі непрямого дотику допускається виконувати захисне заземлення тільки джерела живлення, а провідники металевого зв'язку корпусів джерела живлення і установки (див. 1.7.174) використовувати як заземлювальні провідники для відкритих провідних частин електроприймачів пересувної установки.

У разі подвійного замикання на різні відкриті провідні частини електрообладнання пересувних електроустановок слід виконувати автоматичне вимикання живлення, забезпечуючи допустимий час вимикання, наведений у табл. 1.7.12.

Таблиця 1.7.12. Найбільший допустимий час захисного автоматичного вимикання для пересувних електроустановок, які живляться від автономного пересувного джерела з ізольованою нейтраллю

Номинальна лінійна напруга 17, В	Час вимикання, с
230	0,4
400	0,2
690	0,06
Понад 690	0,02

1.7.176. У разі живлення електроприймачів пересувних установок від автономних пересувних джерел живлення з ізольованою нейтраллю заземлювальний пристрій слід влаштовувати з дотриманням вимог до його опору або напруги дотику в разі однофазного замикання на відкриті провідні частини.

Якщо заземлювальний пристрій виконується з дотриманням вимог до його опору, значення опору не повинне перевищувати 25 Ом. Допускається

збільшувати зазначений опір відповідно до 1.7.113.

Якщо заземлювальний пристрій виконується з дотриманням вимог до напруги дотику, опір заземлювального пристрою не нормують. У цьому випадку слід дотримуватися умови:

$$I < \frac{U}{R}, \quad (17.7)$$

де R - опір заземлювального пристрою пересувної електроустановки, Ом;

I , - повний струм однофазного замикання на відкриті провідні частини пересувної електроустановки, А.

1.7.177. Допускається не виконувати захисне заземлення електроприймачів пересувних електроустановок, які отримують живлення від автономних пересувних джерел живлення з ізолюваною нейтраллю в таких випадках:

1) якщо джерело живлення та електроприймачі розташовані безпосередньо на пересувній електроустановці, їх відкриті провідні частини мають між собою металевий зв'язок, а від джерела не живляться інші електроустановки;

2) якщо пересувні установки (не більше двох) отримують живлення від спеціально призначеного для них джерела живлення, від якого не отримують живлення інші електроустановки, а корпуси джерела живлення і установки з'єднано між собою за допомогою провідників металевого зв'язку (захисних провідників).

Кількість електроустановок і довжина кабелів їх живлення не нормується, якщо значення напруг дотику в разі першого замикання на землю (на корпус) не перевищує нормованих. Ці значення повинні бути визначені спеціальним розрахунком або експериментально;

3) якщо опір заземлювального пристрою, розрахований за напругою дотику в разі першого замикання на відкриту провідну частину, більший за опір робочого заземлення пристрою постійного контролю опору ізоляції.

1.7.178. Автономні пересувні джерела живлення з ізолюваною нейтраллю повинні мати пристрій неперервного контролю опору ізоляції відносно корпусу (землі) зі світловим і звуковим сигналами. Повинна бути забезпечена можливість перевірки справності пристрою контролю ізоляції та його вимикання.

1.7.179. Для здійснення захисного вимикання живлення пересувних електроустановок слід застосовувати пристрої захисту від надструму в поєднанні з пристроями, які реагують на диференційний струм (ПЗВ) або на потенціал корпусу відносно землі, або які виконують безперервний контроль ізоляції і діють на вимикання.

Напруга живлення повинна вимикатися захисним пристроєм, установленим до вводу в електроустановку.

1.7.180. На вводі в пересувну електроустановку слід передбачати затискач або збірну шину згідно з вимогами 1.7.128 і 1.7.129, до яких повинні бути приєднані:

- захисний РЕ-провідник лінії живлення;
- захисний РЕ-провідник пересувної електроустановки з приєднаними до

нього захисними провідниками відкритих провідних частин електрообладнання;

- провідники зрівнювання потенціалів корпуси пересувної установки та інших і сторонніх провідних частин;

- заземлювальний провідник, приєднаний до місцевого заземлювача пересувної установки (якщо він є).

1.7.181. Захист від прямого дотику в пересувних електроустановках необхідно забезпечувати за допомогою застосування ізоляції струмовідних частин, огорож і оболонок зі ступенем захисту, не меншим за IP2X (ГОСТ 14254). Застосування бар'єрів і розміщення поза зоною досяжності не допускається.

Кола штепсельних розеток слід виконувати відповідно до 1.7.164.

1.7.182. РЕ-провідники та провідники зрівнювання потенціалів повинні бути мідними, гнучкими. Їх, як правило, слід прокладати в спільній оболонці з фазними провідниками. Переріз провідників повинен відповідати таким вимогам:

- захисних -1.7.137-1.7.139;

- заземлювальних -1.7.120-1.7.121;

- зрівнювання потенціалів - 1.7.148-1.7.150.

У переносних кабелях переріз захисного провідника повинен бути таким самим, як і переріз фазних провідників.

1.7.183. Допускається одночасно вимикати всі провідники лінії, яка живить пересувну електроустановку від автономного пересувного джерела живлення, у тому числі РЕ-провідник, за допомогою штепсельного з'єднувача.

1.7.184. Якщо пересувна електроустановка живиться з використанням штепсельних з'єднувачів, вилку штепсельного з'єднувача слід приєднувати з боку пересувної електроустановки. Вона повинна мати оболонку з ізолювального матеріалу.

ГЛАВА 1.8 НОРМИ ПРИЙМАЛЬНО-ЗДАВАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.8.1. Електроустановки до 500 кВ, яке наново вводиться в експлуатацію в енергосистемах і в споживачів, має бути піддано приймально-здавальним випробуванням відповідно до вимог цієї глави.

У випадках, коли вказівками Мінпаливенерго СРСР передбачено підвищені вимоги порівняно з вимогами цієї глави, під час випробувань електроустановки, яке вводиться в експлуатацію в енергосистемах, слід керуватися вказівками Міністерства. Цими самими вказівками слід керуватися також під час випробувань електроустановки напругою, понад 500 кВ.

У разі проведення приймально-здавальних випробувань електроустаткування, на яке не поширюються ці норми, слід керуватися інструкціями заводів-виробників.

1.8.2. Пристрої релейного захисту і електроавтоматики на електростанціях та підстанціях мають бути перевірені за інструкціями, затвердженими в установленому порядку.

Пристрої захисту та автоматики електроприводу та інших електроустановок споживачів перевіряються за інструкціями зацікавлених міністерств і відомств СРСР. При цьому типові інструкції мають бути узгодженими з Головдерженерго- наглядом СРСР.

1.8.3. Крім випробувань, передбачених цією главою, усе електроустаткування має пройти перевірку роботи механічної частини відповідно до заводських і монтажних інструкцій.

1.8.4. Висновок про придатність устаткування до експлуатації дається на підставі розгляду результатів усіх випробувань, які стосуються даної одиниці устаткування.

1.8.5. Усі вимірювання, випробування і досліджування відповідно до чинних директивних документів, інструкцій заводів-виробників і цих Правил, здійснені монтажним персоналом у процесі монтажу, а також налагоджувальним персоналом безпосередньо перед введенням електроустаткування в експлуатацію, мають бути оформленими відповідними актами і протоколами.

1.8.6. Випробування підвищеною напругою обов'язкове для всього електроустаткування 35 кВ і нижче, а за наявності випробних пристроїв - і для електроустаткування напругою понад 35 кВ, за винятком випадків, зазначених у цій главі.

1.8.7. Ізолятори і устаткування з номінальною напругою, яка перевищує номінальну напругу установки, в якій вони застосовані, можуть випробовуватися підвищеною напругою за нормами для відповідного класу ізоляції електроустановки.

1.8.8. Ізоляція електроустаткування іноземних фірм (крім обертових машин), яка має електричну міцність, нижчу за передбачену нормами цієї глави, має випробовуватися напругою, що становить 90% від заводської випробної напруги, якщо немає інших вказівок постачальника.

1.8.9. Випробування ізоляції апаратів підвищеною напругою промислової частоти має проводитися, як правило, спільно з випробуванням ізоляції шин розподільчої установки (без розшиновки). При цьому випробну напругу допускається приймати за нормами для устаткування, яке має найменшу випробну напругу.

1.8.10. У разі проведення декількох видів випробувань ізоляції електроустаткування випробуванню підвищеною напругою мають передувати інші види її випробувань.

1.8.11. Випробування ізоляції напругою промислової частоти, яка дорівнює 1 кВ, може бути заміненим вимірюванням однохвилинного значення опору ізоляції мегомметром на 2,5 кВ. Якщо при цьому значення опору менше за наведене в Правилах, випробування напругою 1 кВ промислової частоти є

обов'язковим.

Випробування напругою промислової частоти ізоляції вторинних кіл з робочою напругою понад 60 В електроустановок енергосистем є обов'язковим.

1.8.12. У цій главі застосовано такі терміни:

1. Випробна напруга промислової частоти - дійсне значення напруги частотою 50 Гц, практично синусоїдальної, яку має витримувати протягом 1 хв (або 5 хв) внутрішня і зовнішня ізоляція електроустаткування за певних умов випробування.

2. Електроустаткування з нормальною ізоляцією - електроустаткування, призначене для застосування в електроустановках, які піддаються дії атмосферних перенапруг за звичайних заходів із грозозахисту.

3. Електроустаткування з полегшеною ізоляцією - електроустаткування, призначене для застосування в електроустановках, які не піддаються дії атмосферних перенапруг або обладнані спеціальними пристроями грозозахисту, що обмежують амплітудне значення атмосферних перенапруг до значення, яке не перевищує амплітудного значення випробної напруги промислової частоти.

4. Апарати - вимикачі всіх класів напруги, роз'єднувачі, віддільники, корот- козамикачі, запобіжники, розрядники, струмообмежувальні реактори, конденсатори, комплектні екрановані струмопроводи.

5. Ненормована вимірювана величина - величина, абсолютне значення якої не регламентоване нормативними вказівками. Оцінювання стану устаткування в цьому випадку відбувається шляхом зіставлення з даними аналогічних вимірювань на однотипному устаткуванні, яке має явно хороші характеристики, або з результатами решти випробувань.

6. Клас напруги електроустаткування - номінальна напруга електричної системи, для роботи в якій призначене це електроустаткування.

СИНХРОННІ ГЕНЕРАТОРИ І КОМПЕНСАТОРИ

1.8.13. Синхронні генератори потужністю понад 1 МВт напругою понад 1 кВ, а також синхронні компенсатори мають випробовуватися в повному обсязі згідно з цим параграфом.

Генератори потужністю до 1 МВт напругою понад 1 кВ мають випробовуватися за пп. 1-5, 7-15 згідно з цим параграфом.

Генератори напругою до 1 кВ незалежно від їх потужності треба випробувати за пп. 2, 4, 5, 8, 10-14 згідно з цим параграфом.

1. Визначення можливості вмикання без сушіння генераторів понад 1 кВ. Під час розв'язання питання про необхідність сушіння компаундованої, термореактивної та гільзової ізоляції обмотки статора синхронного генератора або синхронного компенсатора слід керуватися вказівками розд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. «Электротехнические устройства» Держбуду СРСР.

Для генераторів з паперово-масляною ізоляцією необхідність сушіння встановлюється відповідно до інструкції заводу-виробника.

Для турбогенераторів типу ТГВ-300 допускається увімкнення без сушіння за коефіцієнта нелінійності понад 3, якщо решта характеристик ізоляції (H_{60}/H_{15} і I_{60}) відповідає встановленим нормам.

2. Вимірювання опору ізоляції. Опір ізоляції має бути не меншим ніж значення, наведені в табл. 1.8.1.

3. Випробування ізоляції обмотки статора підвищеною випрямленою напругою з вимірюванням струму витоку за фазами. Випробуванню піддається кожна фаза або гілка окремо при інших фазах або гілках, з'єднаних з корпусом.

У генераторах з водяним охолодженням обмотки статора випробування проводять у разі, якщо можливість цього передбачено в конструкції генератора.

Значення випробної напруги наведено в табл. 1.8.2.

Для турбогенераторів типу ТГВ-300 випробування слід проводити по гілках.

Випробну випрямлену напругу для генераторів типів ТТВ-200 і ТГВ-300 слід приймати відповідно до інструкції з експлуатації цих генераторів.

Вимірювання струмів витоку для побудови кривих залежності їх від напруги проводиться не менше ніж за п'яти значень випрямленої напруги - від $0,2 u_{max}$ до u_{max} однаковими ступенями. На кожному ступені напруга витримується протягом 1 хв. При цьому фіксуються струми витоку через 15 с і 60 с.

Оцінювання отриманої характеристики проводиться відповідно до вимог розд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. «Электротехническоеустройства» Держбуду СРСР.

Таблиця 1.8.1. Допустимий опір ізоляції

Випробовуваний об'єкт	Напруга мегомметра, кВ	Опір ізоляції
1	2	3
Обмотка статора напругою до 1 кВ (кожна фаза окремо щодо корпусу та інших заземлених фаз)	1	Не менше ніж 0,5 МОм за температури 10-30 °С
Те саме напругою понад 1кВ	2,5	Має відповідати вимогам, наведеним у розд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. У генераторах з водяним охолодженням обмоток опір ізоляції вимірюють без води в обмотці статора при з'єднаних з екраном мегомметра водозбірних колекторах, ізольованих від зовнішньої системи
Обмотка ротора	1 (допускається 0,5)	Не менше ніж 0,5 МОм за температури 10-30 °С. Допускається вводити в експлуатацію неявнополюсні ротори, які мають опір ізоляції, не нижчий ніж 2 кОм за температури -75 °С або 20 кОм - за температури +20 °С
Підшипники генератора і сполученого з ним збуджувача	1	Опір ізоляції, виміряний щодо фундаментної плити при повністю зібраних маслопроводах, має бути не менш ніж 0,3 МОм для гідрогенератора і не меншим ніж 1 МОм - для турбогенератора. Для гідрогенератора вимірювання проводиться, якщо дозволяє конструкція генератора

1	2	3
Водпсві ущільнення валу	1	Не менше ніж 1 МОм
Щити вентиляторів турбогенераторів серії ТВВ	1	Опір ізоляції, виміряний щодо внутрішнього щита і між напівщитами вентиляторів, має бути не меншим ніж 0,5 МОм
Щити вентиляторів турбогенераторів серії ТГВ	1	Опір ізоляції, виміряний між частинами дифузорів, має бути не меншим ніж 1 МОм
Доступні ізольовані стяжні болти сталі	1	Не менше ніж 1 МОм
Дифузор і обтічник у турбогенераторах серії ТГВ	0,5	Опір ізоляції, виміряний між ущільненням і заднім диском дифузора, дифузором і внутрішнім щитом, обтічником і внутрішнім щитом, двома половинками обтічника, має бути не меншим ніж 1 МОм
Термоіндикатори генераторів і синхронних компенсаторів: - з непрямим охолодженням обмоток статора; - з безпосереднім охолодженням обмоток статора	0,25 0,5	Опір ізоляції, виміряний разом з опором з'єднувальних проводів, має бути не меншим ніж 1 МОм Опір ізоляції, виміряний разом з опором з'єднувальних проводів, має бути не меншим ніж 0,5 МОм
Кола збудження генератора і збуджувача (без обмоток ротора і електромашинного збуджувача)	1 (допускається 0,5)	Опір ізоляції, виміряний з опором усієї приєднаної апаратури, має бути не меншим ніж 1 МОм

Таблиця і.8.2. Випробна випрямлена напруга для обмоток статорів синхронних генераторів і компенсаторів

Потужність генератора, МВт, компенсатора, МВА	Номинальна напруга, кВ	Амплітудна випробна напруга, кВ
Менше 1	Вся напруга	$2,4^{\wedge} + 1,2$
1 і більше	До 3,3	$2,4^{\wedge} + 1,2$
	Понад 3,3 до 6,6	$^*u_{яоя}$
	Понад 6,6	$2,4 C^{\wedge} + 3,6$

4. Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти. Випробування проводиться за нормами, наведеними в табл. 1.8.3.

Випробуванню піддається кожна фаза або гілка окремо за інших фаз або гілок, з'єднаних з корпусом.

Таблиця 1.8.3. Випробна напруга промислової частоти для обмоток синхронних генераторів і компенсаторів

Випробовуваний об'єкт	Характеристика електричної машини	Випробна напруга, кВ
Обмотка статора синхронного генератора і компенсатора	Потужність до 1 МВт, номінальна напруга понад 100 В	$1,6 \sqrt{P} + 0,8$, але не менше ніж $1,2$
	Потужність понад 1 МВт, номінальна напруга до 3,3 кВ	$1,6 \sqrt{P} + 0,8$
	Те саме, але номінальна напруга понад 3,3 кВ до 6,6 кВ	$2 u_{ном}$
Кола збудження генератора зі всією приєднаною апаратурою (без обмоток ротора і збуджувача)	-	1
Реостат збудження	-	1
Резистор гасіння поля	-	2
Заземлювальний резистор	-	$1,5 u_{лом}$ генератора
Обмотка статора синхронних генераторів, у яких стикування частин статора проводиться на місці монтажу (гідро-генератори) після закінчення повного складання обмотки та ізолювання з'єднань	Потужність понад 1 МВт, номінальна напруга понад 6,6 кВ	$1-6 \sqrt{P} - 2,4$
	Потужність до 1 МВт, номінальна напруга понад 100 В	$2 \sqrt{P} + 1$, але не менше ніж 1,5
	Потужність більше 1 МВт, номінальна напруга до 3,3 кВ	$2 \sqrt{P} - 1$
	Те саме, але номінальна напруга понад 3,3 кВ до 6,6 кВ	$2,5 u_{тя}$
	Те саме, але номінальна напруга понад 6,6 кВ	$2 u + 3 ном$
Обмотка явнополюсного ротора	-	$7,5 u_{ком}$ збудження генератора, але не менше 1,1 і не більше ніж 2,8
Обмотка неявнополюсного ротора	-	1 (у тому разі, якщо це не суперечить вимогам технічних умов заводу-виробника)

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

Під час проведення випробувань ізоляції підвищеною напругою промислової частоти слід керуватися таким:

а) випробування ізоляції обмоток статора генератора рекомендовано

проводити до введення ротора в статор. Якщо стикування і складання статора гідрогенератора здійснюються на монтажному майданчику і згодом статор установлюється в шахту в складеному вигляді, то ізоляція його випробується двічі: після складання на монтажному майданчику і після встановлення статора в шахту до введення ротора в статор.

У процесі випробування здійснюються спостереження за станом лобових частин машини: у турбогенераторах - за знятих торцевих щитів, у гідрогенераторах - за відкритих вентиляційних люків;

б) випробування ізоляції обмотки статора для машин з водяним охолодженням слід проводити під час циркуляції дистильованої води в системі охолодження з питомим опором, не меншим ніж 75 кОм/см і номінальною витратою;

в) після випробування обмотки статора підвищеною напругою протягом 1 хв у генераторів 10 кВ і вище випробну напругу зменшувати до номінальної напруги генератора і витримати протягом 5 хв для спостереження за коронуванням лобових частин обмоток статора. При цьому не повинно бути зосередженого в окремих точках світіння жовтого або червоного кольору, появи диму, тління бандажів і подібних явищ. Блакитне і біле світіння допускається;

г) випробування ізоляції обмотки ротора турбогенераторів проводиться за номінальної частоти обертання ротора.

5. Вимірювання опору постійному струму. Норми допустимих відхилень опору постійному струму наведено в табл. 1.8.4.

Таблиця 1.8.4. Допустиме відхилення опору постійному струму

Випробовуваний об'єкт	Норма
Обмотка статора (вимірювання проводити для кожної фази або гілки окремо)	Виміряні опори в практично холодному стані обмоток різних фаз не мають відрізнятися одне від одного більш ніж на 2%. Унаслідок конструктивних особливостей (велика довжина з'єднувальних дуг тощо) розбіжність між опорами гілок у деяких типів генераторів може досягати 5%
Обмотка ротора	Виміряний опір обмоток не має відрізнятися від даних заводу-виробника більш ніж на 2%. У явнополюсних роторів вимірювання проводиться для кожного полюса окремо або попарно
Резистор гасіння поля, реостати збудження	Опір не має відрізнятися від даних заводу-виробника більш ніж на 10%

6. Вимірювання опору обмотки ротора змінному струму промислової частоти.

Проводиться для генераторів потужністю понад 1 МВт. Вимірювання слід проводити за напруги не більшої 220 В на трьох-чотирьох ступенях частот обертання, включаючи номінальну, а також у нерухомому стані. Для явнополюсних машин у разі неізольованих місць з'єднань у нерухомому стані

вимірювання проводиться для кожного полюса окремо або попарно. Відхилення вимірних значень від даних заводу-виробника або від середнього опору полюсів мають бути в межах точності вимірювання.

7. Вимірювання повітряного зазору між статором і ротором генератора. Якщо інструкціями на генератори окремих типів не передбачено більш жорстких норм, то зазори в діаметрально протилежних точках можуть відрізнятися один від одного не більше ніж:

- на 5% середнього значення (що дорівнює їх півсумі) - для турбогенераторів 150 МВт і вище з безпосереднім охолодженням провідників;
- на 10% - для решти турбогенераторів;
- на 20% - для гідрогенераторів.

Вимірювання зазору в явнополюсних машинах проводиться під усіма полюсами.

8. Перевірка і випробування системи збудження. Перевірку і випробування електромашинних збуджувачів слід здійснювати відповідно до 1.8.14. Перевірка і випробування напівпровідникових високочастотних збуджувачів проводяться відповідно до інструкції заводу-виробника.

9. Визначення характеристик генератора:

а) трифазного КЗ. Характеристику знімають у разі зміни струму до номінального. Відхилення від заводської характеристики мають бути в межах точності вимірювання.

Зниження вимірної характеристики, яке перевищує точність вимірювання, свідчить про наявність виткових замикань у обмотці ротора.

У генераторах, які працюють у блоці з трансформатором, знімають характеристику КЗ всього блока (з установленням закоротки за трансформатором). Характеристику власне генератора, який працює в блоці з трансформатором, допускається не визначати, якщо є протоколи відповідних випробувань на стенді заводів-виробників.

У синхронних компенсаторів без розгінного двигуна зняття характеристик трифазного КЗ проводиться на вибігу в тому разі, якщо немає характеристики, знятої на заводі;

б) неробочого ходу. Збільшення напруги номінальної частоти на неробочому ході проводити до 130% номінальної напруги турбогенераторів і синхронних компенсаторів, до 150% номінальної напруги гідрогенераторів. Допускається знімати характеристику неробочого ходу турбо- і гідрогенератора до номінального струму збудження за зниженої частоти обертання генератора за умови, що напруга на обмотці статора не перевищуватиме 1,3 номінальної. У синхронних компенсаторах дозволяється знімати характеристику на вибігу. У генераторах, які працюють у блоці з трансформаторами, знімається характеристика неробочого ходу блока; при цьому генератор збуджується до 1,15 номінальної напруги (обмежується трансформатором). Характеристику неробочого ходу власне генератора, від'єданого від трансформатора блока, можна не знімати, якщо є протоколи відповідних випробувань на заводі-виробнику. Відхилення характеристики неробочого ходу від заводської не нормується, але має бути в межах точності вимірювання.

10. Випробування міжвиткової ізоляції. Випробування слід проводити підніманням напруги номінальної частоти генератора на неробочому ході до значення, що відповідає 150% номінальної напруги статора гідрогенераторів,

130% - турбогенераторів і синхронних компенсаторів. Для генераторів, що працюють у блоці з трансформатором, - див. вказівки п. 9. При цьому слід перевірити симетрію напруги за фазами. Тривалість випробування за найбільшої напруги - 5 хв. Випробування міжвиткової ізоляції рекомендовано проводити одночасно зі зняттям характеристики неробочого ходу.

11. Вимірювання вібрації. Вібрація (подвоєна амплітуда коливань) підшипників синхронних генераторів і компенсаторів, виміряна в трьох напрямках (у гідрогенераторах вертикального виконання проводиться вимірювання вібрації хрестовини з вбудованими в неї напрямними підшипниками), та їх збуджувачів не має перевищувати значень, наведених у табл. 1.8.5.

12. Перевірка і випробування системи охолодження. Проводяться відповідно до інструкції заводу-виробника.

Таблиця 1.8.5. Найбільша допустима вібрація підшипників (хрестовини) синхронних генераторів, компенсаторів та їх збудників

Номинальна частота обертання ротора, хв ⁻¹	3000*	1500-500**	375-214	187	до 100
Вібрація, мкм	40	70	100	150	180
* Для генераторів блоків потужністю 150 МВт і більше вібрація не має перевищувати 30 мкм. ** Для синхронних компенсаторів із частотою обертання ротора 750-1000 хв ⁻¹ вібрація не має перевищувати 80 мкм.					

13. Перевірка і випробування системи маслопостачання. Проводяться відповідно до інструкції заводу-виробника.

14. Перевірка ізоляції підшипника під час роботи генератора (компенсатора). Проводиться шляхом вимірювання напруги між кінцями вала, а також між фундаментною плитою і корпусом ізольованого підшипника. При цьому напруга між фундаментною плитою і підшипником має бути не більшою за напругу між кінцями вала. Відмінність між напругою більш ніж на 10% указує на несправність ізоляції.

15. Випробування генератора (компенсатора) під навантаженням. Навантаження визначається практичними можливостями в період прийнятно-здавальних випробувань. Нагрів статора за даного навантаження має відповідати наспортним даним.

16. Вимірювання залишкової напруги генератора в разі вимкнення АГП в колі ротора. Значення залишкової напруги не нормуються.

17. Визначення індуктивних опорів і сталих часу генератора. Значення індуктивних опорів і сталих часу не нормуються.

МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

1.8.14. Машини постійного струму потужністю до 200 кВт, напругою до 440 В слід випробувати за пп. 1,2, 4, в, 8; решту - додатково за пп. 3, 4, а, 5 цього параграфа.

Збуджувачі синхронних генераторів і компенсаторів слід випробувати за пп. 1-6, 8 цього параграфа.

Вимірювання за п. 7 цього параграфа слід проводити для машин, які надійшли на місце монтажу в розібраному вигляді.

1. Визначення можливості увімкнення без сушіння машин постійного струму. Слід проводити відповідно до розд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. «Электротехнические устройства» Держбуду СРСР.

2. Вимірювання опору ізоляції. Вимірювання опору ізоляції обмоток щодо корпусу і бандажів машини, а також між обмотками проводиться мегомметром на напругу 1 кВ.

Опір ізоляції має бути не нижчим ніж:

- між обмотками і кожної обмотки щодо корпусу за температури 10-30

°С

0, 5 МОм;

- бандажів якоря (крім збуджувачів) не нормується;

- бандажів якоря збуджувача 1 МОм.

3. Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти.

Випробування проводиться за нормами, наведеними у табл. 1.8.6. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

Таблиця 1.8.6. Випробна напруга промислової частоти для ізоляції машин постійного струму

Випробовуваний об'єкт	Характеристика електричної машини	Випробна напруга, кВ
Обмотка машини постійного струму (крім збуджувача синхронної машини)	Номінальна напруга до 100 В	$1.61^{+0,8}$
	Потужність до 1 МВт, номінальна напруга понад 100 В	$1.6E/\wedge + 0.3$, але не менше ніж 1,2
	Потужність вища 1 МВт, номінальна напруга понад 100 В	$1.6 u^\wedge, +0,8$
Обмотки збуджувача синхронного генератора		$8 I_{ном}^\wedge$ але не менша 1,2 і не більша ніж
Обмотки збуджувача синхронного двигуна (синхронного компенсатора)		$8 u^\wedge_{ном}$, але не менша 1,2
Бандажі якоря	-	1
Реостати і пускорегулювальні резистори (випробування можна проводити разом з		1

4. Вимірювання опору постійному струму:

а) обмоток збудження. Значення опору має відрізнятися від даних заводу-виробника не більше ніж на 2%;

б) обмотки якоря (між колекторними пластинами). Значення опорів мають відрізнятися одне від одного не більше ніж на 10% за винятком випадків, коли закономірні коливання цих величин зумовлені схемою з'єднання обмоток;

в) реостатів і пускорегулювальних резисторів. Вимірюється загальний опір

і перевіряється цілість відпайок. Значення опору повинні відрізнятись від даних заводу-виробника не більше ніж на 10%.

5. Зняття характеристики неробочого ходу і випробування виткової ізоляції. Піднімати напругу слід для генераторів постійного струму до 130% номінальної напруги; для збуджувачів - до найбільшої (максимальної) або встановленої заводом-виробником напруги. Під час випробування виткової ізоляції машин з числом полюсів понад чотири середня напруга між сусідніми колекторними пластинами має бути не вищою ніж 24 В. Тривалість випробування виткової ізоляції 5 хв.

Відхилення отриманих значень характеристики від значень заводської характеристики має бути в межах точності вимірювання.

6. Зняття характеристики навантаження. Слід проводити для збуджувачів при навантаженні до значення не нижчим від номінального струму збудження генератора. Відхилення від заводської характеристики не нормується.

7. Вимірювання повітряних зазорів між полюсами. Розміри зазору в діаметрально протилежних точках мають відрізнятись один від одного не більше ніж на 10% середнього розміру зазору. Для збуджувачів турбогенераторів 300 МВт і більше ця відмінність не має перевищувати 5%.

8. Випробування на неробочому ході і під навантаженням. Визначається межа регулювання частоти обертання або напруги, яка має відповідати заводським і проектним даним.

Під час роботи під навантаженням перевіряється ступінь іскріння, який оцінюється за шкалою, наведеною в табл. 1.8.7.

Таблиця 1.8.7. Характеристика іскріння колектора

Ступінь іскріння	Характеристика ступеня іскріння	Стан колектора і щіток
1	2	3
1	Відсутність іскріння	Відсутність почорніння на колекторі і нагару на щітках
1,25	Слабке точкове іскріння під невеликою частиною щітки	Те саме
1,5	Слабке іскріння під більшою частиною щітки	Поява слідів почорніння на колекторі, що легко усуваються при протиранні поверхні колектора бензином, а також поява слідів нагару на щітках

1	2	3
2	Іскріння під усім красм щітки з'являється тільки за короткочасних поштовхів навантаження і перевантаження	Поява слідів почорніння на колекторі, які не усуваються під час протирання поверхні колектора бензином, а також поява слідів нагару на щітках
3	Значне іскріння під усім красм щітки з наявністю великих іскор, які вилітають. Допускається тільки для моментів прямого (без реостатних ступенів) вмикання або реверсування машин, якщо при цьому колектор і щітки залишаються в стані, придатному для подальшої роботи	Значне почорніння на колекторі, яке не усувається протиранням поверхні колектора бензином, а також нагар і руйнування щіток

Якщо ступінь іскріння спеціально не обумовлений заводом-виробником, то за номінального режиму він має бути не вищим ніж 1,5.

ЕЛЕКТРОДВИГУНИ ЗМІННОГО СТРУМУ

1.8.15. Електродвигуни змінного струму до 1 кВ випробовують згідно з пп. 2, 4,6,10,11.

Електродвигуни змінного струму понад 1 кВ, випробовують згідно з пп. 1-4, 7,9-11.

Згідно з пп. 5, 6, 8 випробовують електродвигуни, які надходять на монтаж у розібраному вигляді.

1. Визначення можливості увімкнення без сушіння електродвигунів напругою понад 1 кВ. Слід здійснювати відповідно до розд. 3 «Электрические машины» СНиП 3.05.06-85. «Электротехнические устройства» Держбуду СРСР.

2. Вимірювання опору ізоляції. Допустимі значення опору ізоляції електродвигунів напругою понад 1 кВ, мають відповідати вимогам інструкції, зазначеної в п. 1. У решті випадків опір ізоляції має відповідати нормам, наведеним у табл. 1.8.8.

3. Випробування підвищеною напругою промислової частоти. Проводиться на повністю зібраному електродвигуні.

Випробування обмотки статора проводиться для кожної фази окремо щодо корпусу при двох інших, з'єднаних з корпусом. У двигунах, які не мають виводів кожної фази окремо, допускається проводити випробування всієї обмотки щодо корпусу.

Значення випробної напруги наведено в табл. 1.8.9. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

4. Вимірювання опору постійному струму:

а) обмоток статора і ротора. Проводиться за потужності електродвигунів 300 кВт і більше.

Виміряні опори обмоток різних фаз мають відрізнятися один від одного або

від заводських даних не більш ніж на 2%;

б) реостатів і пускорегулювальних резисторів. Вимірюється загальний опір і перевіряється цілість відпайок. Значення опору має відрізнятися від паспортних даних не більш ніж на 10%.

Таблиця 1.8.8. Допустимий опір ізоляції електродвигунів змінного струму

Випробовуваний об'єкт	Напруга мегомметра, кВ	Опір ізоляції
Обмотка статора напругою до 1 кВ	1	Не менше ніж 0,5 МОм за температури 10-30 °С
Обмотка ротора синхронного електродвигуна і електродвигуна з фазним ротором	0,5	Не менше ніж 0,2 МОм за температури 10-30 °С (допускається не нижче ніж 2 кОм за температури +75 °С або 20 кОм за температури +20 °С для неявнополюсних роторів)
Термоіндикатор	0,25	Не нормується
Підшипники синхронних електродвигунів напругою понад 1 кВ	1	Не нормується (вимірювання проводиться відносно фундаментної плити за повністю зібраних маслопроводів)

Таблиця 1.8.9. Випробна напруга промислової частоти для електродвигунів змінного струму

Випробовуваний об'єкт	Характеристика електродвигуна	Випробна напруга, кВ
Обмотка статора	Потужність до 1 МВт, номінальна напруга понад 1 кВ	$1,6^{+0,8}$
	Потужність понад 1 МВт, номінальна напруга до 3,3 кВ	$1,617^{+0,8}$
	Потужність понад 1 МВт, номінальна напруга понад 3,3 до 6,6 кВ	<i>Mtu</i>
	Потужність вище 1 МВт, номінальна напруга понад 6,6 кВ	$1,6^{+2A}$
Обмотка ротора синхронного електродвигуна	-	811^{+} системи збудження, але не менше ніж 1,2
Обмотка ротора електродвигуна з фазним ротором	-	1
Реостат і пускорегулювальний резистор	-	1
Резистор гасіння поля синхронного електродвигуна	-	2

5. Вимірювання зазорів між сталлю ротора і статора. Розміри повітряних зазорів у діаметрально протилежних точках або точках, зсунутих щодо осі ротора на 90° мають відрізнятися не більше ніж на 10% середнього розміру.

6. Вимірювання зазорів у підшипниках ковзання. Розміри зазорів наведено

втабл. 1.8.10.

7. Вимірювання вібрації підшипників електродвигуна. Значення вібрації, вимірної на кожному підшипнику, мають бути не більшими від значень, наведених нижче:

Синхронна частота обертання електродвигуна, Гц ..50 25 16,7 12,5 і нижче
Допустима вібрація, мкм50 100 130 160

8. Вимірювання розгону ротора в осьовому напрямку. Проводиться для електродвигунів, що мають підшипники ковзання. Осьовий розгін не має перевищувати 2-4 мм.

9. Випробування повітроохолоджувача гідравлічним тиском. Проводиться надмірним гідравлічним тиском 0,2-0,25 МПа (2-2,5 кгс/см²). Тривалість випробування 10 хв. При цьому не має спостерігатися зниження тиску або витoku рідини, що застосовується під час випробування.

10. Перевірка роботи електродвигуна на неробочому ході або з ненавантаженим механізмом. Тривалість перевірки не менше ніж 1 год.

11. Перевірка роботи електродвигуна під навантаженням. Проводиться під час навантаження, яке забезпечується технологічним устаткуванням до моменту здавання в експлуатацію. При цьому для електродвигуна з регульованою частотою обертання визначаються межі регулювання.

Таблиця 1.8.10. Найбільший допустимий зазор у підшипниках ковзання електродвигунів

Номінальний діаметр вала, мм	Зазор, мм, за частоти обертання, Гц		
	менше 16,7	16,7-25	понад 25
18-30	0,040-0,093	0,060-0,130	0,140-0,280
30-50	0,050-0,112	0,075-0,160	0,170-0,340
50-80	0,065-0,135	0,095-0,195	0,200 0,400
80-120	0,080-0,160	0,120-0,235	0,230-0,460
120-180	0,100-0,195	0,150-0,285	0,260-0,580
180-260	0,120-0,225	0,180-0,300	0,300-0,600
260-360	0,140-0,250	0,210-0,380	0,340-0,680
360 500	0,170-0,305	0,250-0,440	0,380-0,760

СИЛОВІ ТРАНСФОРМАТОРИ, АВТОТРАНСФОРМАТОРИ, МАСЛЯНІ РЕАКТОРИ І ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНІ РЕАКТОРИ ДУГОГАСНІ (ДУГОГАСНІ КОТУШКИ)

1.8.16. Маслонаповнені трансформатори потужністю до 1,6 МВ • А випробовуються згідно з пп. 1, 2,4,8,9,11-14.

Маслонаповнені трансформатори потужністю понад 1,6 МВ • А, а також від* повідальні трансформатори власних потреб електростанцій незалежно від потуж* ності випробовуються в повному обсязі, передбаченому цим параграфом.

Сухі та заповнені совтолом трансформатори всіх потужностей випробовуються згідно з пп. 1-8,12,14.

1. Визначення умов вмикання трансформаторів. Слід проводити

відповідно до інструкції «Трансформаторисилові. Транспортування, розвантаження, зберігання, монтаж і введення в експлуатацію» (РТМ 16.800.723-80).

2. Вимірювання характеристик ізоляції. Допустимі значення опору ізоляції $\tan \delta$ коефіцієнт абсорбції Y_{60}/Y_{15} , тангенс кута діелектричних втрат і відношення C_2/C_1 та AC/C регламентуються інструкцією згідно з п 1.

3. Випробування підвищеною напругою промислової частоти:

а) ізоляції обмоток разом із вводами. Випробну напругу наведено в табл. 1.8.11. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

Випробування підвищеною напругою промислової частоти ізоляції обмоток мас-лонаповнених трансформаторів під час введення в експлуатацію не обов'язкове.

Випробування підвищеною напругою промислової частоти ізоляції обмоток сухих трансформаторів обов'язкове і проводиться за нормами табл. 1.8.11 для апаратів з полегшеною ізоляцією.

Імпортні трансформатори дозволяється випробувати напругою, зазначеною в табл. 1.8.11, лише в тих випадках, якщо вони не перевищують напруги, якою даний трансформатор було випробувано на заводі.

Таблиця 1.8.11. Випробна напруга промислової частоти внутрішньої ізоляції силових маслонаповнених трансформаторів і реакторів з нормальною ізоляцією та трансформаторів з полегшеною ізоляцією (сухих і маслонаповнених)

Клас напруги обмотки, кВ	Випробна напруга щодо корпусу та інших обмоток, кВ, для ізоляції		Клас напруги обмотки, кВ	Випробна напруга щодо корпусу та інших обмоток, кВ, для ізоляції	
	нормальної	полегшеної		нормальної	полегшеної
До 0,69	4,5	2,7	35	76,5	-
3	16,2	9	110	180	-
6	22,5	15,4	150	207	-
10	31,5	21,6	220	292,5	-
15	40,5	33,3	330	414	-
20	49,5		500	612	-

Ізоляцію імпортих трансформаторів, яку постачальник випробував напругою, нижчою від зазначеної в ГОСТ18472, випробовують напругою, значення якої встановлюється в кожному випадку окремо.

Випробна напруга заземлювальних реакторів на напругу до 35 кВ аналогічна наведеній для трансформаторів відповідного класу.

Ізоляція лінійного виводу обмотки трансформаторів класів напруги 110 кВ і вище, які мають неповну ізоляцію нейтралі (випробна напруга 85 кВ і 100 кВ), випробовується тільки індуктивною напругою, а ізоляція нейтралі - прикладеною напругою;

б) ізоляції доступних стяжних шпильок, пресувальних кілець і ярмових

балок. Випробування слід проводити в разі огляду активної частини. Виробна напруга 1-2 кВ. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

4. Вимірювання опору обмоток постійному струму. Проводиться на всіх відгалуженнях, якщо для цього не буде потрібне виймання сердечника. Опір має відрізнятися не більше ніж на 2% від опору, отриманого на такому самому відгалуженні інших фаз, або від даних заводу-виробника.

5. Перевірка коефіцієнта трансформації. Проводиться на всіх ступенях перемикачання. Коефіцієнт трансформації має відрізнятися не більше ніж на 2% від значень, отриманих на тому ж відгалуженні на інших фазах, або від даних заводу-виробника. Для трансформаторів з РПН різниця між коефіцієнтами трансформації не має перевищувати значення ступеня регулювання.

6. Перевірка групи з'єднання трифазних трансформаторів і полярності виводів однофазних трансформаторів. Проводиться під час монтажу, якщо відсутні паспортні дані або є сумніви в достовірності цих даних. Група з'єднань має відповідати паспортним даним і позначенням на щитку.

7. Вимірювання струму і втрат неробочого ходу. Проводиться одне з вимірювань, зазначених нижче:

а) за номінальної напруги. Вимірюється струм неробочого ходу. Значення струму не нормується;

б) за малої напруги. Вимірювання проводить з приведенням втрат до номінальної напруги або без приведення (метод порівняння).

8. Перевірка роботи перемикального пристрою і зняття кругової діаграми. Зняття кругової діаграми слід проводити на всіх положеннях перемикача. Кругова діаграма не має відрізнятися від знятої на заводі-виробнику. Перевірку спрацювання перемикального пристрою і тиску контактів слід проводити згідно із заводськими інструкціями.

9. Випробування бака з радіаторами гідравлічним тиском. Проводиться гідравлічним тиском стовпа масла, висота якого над рівнем заповненого розширювача приймається: для трубчастих і гладких баків 0,6 м; для баків хвилястих, радіаторних або з охолоджувачами 0,3 м.

Тривалість випробування 3 год за температури масла, не нижчої ніж +10 °С. Під час випробування не повинна спостерігатися теча масла.

10. Перевірка системи охолодження. Режим пуску і роботи охолоджувальних пристроїв має відповідати інструкції заводу-виробника.

11. Перевірка стану силікагелю. Індикаторний силікагель повинен мати рівномірне блакитне забарвлення зерен. Зміна кольору свідчить про зволоження силікагелю.

12. Фазування трансформаторів. Повинен мати місце збіг за фазами.

13. Випробування трансформаторного масла. Свіже масло перед заливанням нововведених трансформаторів, які прибувають без масла, має бути випробуваним за показниками пп. 1, 2, 4-12 табл. 1.8.38.

З трансформаторів, які транспортуються без масла, до початку монтажу слід провести відбір проби залишків масла (з дна).

Електрична міцність залишків масла в трансформаторах напругою 110-220 кВ повинна бути не нижчою ніж 35 кВ і в трансформаторах напругою 330-500 кВ - не нижчою ніж 45 кВ.

Масло з трансформаторів напругою 110 кВ і вище, які транспортуються з

маслом, до початку монтажу випробовується за показниками пп. 1-6 і 12 табл. 1.8.38.

Випробування масла з трансформаторів з масою масла понад 1 т, які прибувають з маслом, у разі відсутності заводського протоколу випробування масла перед увімкненням у роботу проводиться за показниками пп. 1-11 табл. 1.8.38, а масла з трансформаторів напругою 110 кВ і вище, крім того, за п. 12 табл. 1.8.38.

Випробування масла, залитого в трансформатор, перед увімкненням його під напругу після монтажу проводиться за показниками пп. 1-6 табл. 1.8.38.

У разі випробування масла з трансформаторів напругою 110 кВ і вище за показниками пп. 1-6 табл. 1.8.38 слід проводити і вимірювання тангенса кута діелектричних втрат масла. Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат масла слід проводити також у трансформаторах, які мають підвищене значення тангенса кута діелектричних втрат ізоляції.

Масло з трансформаторів I і II габаритів, які прибувають на монтаж заповненими маслом, за наявності відповідних нормам показників заводського випробування, проведеного не більше ніж за 6 міс до увімкнення трансформатора в роботу, дозволено випробовувати тільки за показниками пп. 1 і 2 табл. 1.8.38.

14. Випробування увімкненням поштовхом на номінальну напругу. У процесі три-, п'ятикратного увімкнення трансформатора на номінальну напругу не повинні мати місце явища, які вказують на незадовільний стан трансформатора.

Трансформатори, змонтовані за схемою блока з генератором, рекомендовано вмикати в мережу підніманням напруги з нуля.

15. Випробування вводів. Слід проводити відповідно до 1.8.31.

16. Випробування вбудованих трансформаторів струму. Слід проводити відповідно до 1.8.17.

ВИМІРЮВАЛЬНІ ТРАНСФОРМАТОРИ

1.8.17. Вимірювальні трансформатори випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Вимірювання опору ізоляції:

а) первинних обмоток. Проводиться мегомметром на напругу 2500 В. Значення опору ізоляції не нормується.

Для трансформаторів струму напругою 330 кВ типу ТФКН-330 вимірювання опору ізоляції проводиться по окремих зонах; при цьому значення опору ізоляції мають бути не меншими від наведених у табл. 1.8.12.

б) вторинних обмоток. Проводиться мегомметром на напругу 500 або 1000 Вт. Опір ізоляції вторинних обмоток разом з приєднаними до них колами має бути не меншим ніж 1 МОм.

2. Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат ізоляції. Проводиться для трансформаторів струму напругою 110 кВ і вище.

Тангенс кута діелектричних втрат ізоляції трансформаторів струму за температури +20 °С не має перевищувати значень, наведених у табл. 1.8.13.

Таблиця 1.8.12. Найменший допустимий опір ізоляції первинних обмоток трансформаторів струму типу ТФКН-330

Вимірювана ділянка ізоляції	Опір ізоляції, МОм
Основна ізоляція щодо передостанньої обкладки	5000
Вимірювальний конденсатор (ізоляція між передостанньою і останньою обкладкою)	3000
Зовнішній шар первинної обмотки (ізоляція останньої обкладки щодо корпусу)	1000

Таблиця 1.8.13. Найбільший допустимий тангенс кута діелектричних втрат ізоляції трансформаторів струму

Найменування випробовуваного об'єкта	Тангенс кута діелектричних втрат, % за номінальної напруги, кВ			
	110	150-220	330	500
Маслонаповнені трансформатори струму (основна ізоляція)	2,0	1,5	—	1,0
Трансформатори струму типу ТФКН-330: основна ізоляція щодо передостанньої обкладки			0,6	
Вимірювальний конденсатор (ізоляція між передостанньою і останньою обкладками)			0,8	
Зовнішній шар первинної обмотки (ізоляція останньої обкладки щодо	—		1.2	

3. Випробування підвищеною напругою промислової частоти:

а) ізоляції первинних обмоток. Випробування є обов'язковим для трансформаторів струму і трансформаторів напруги до 35 кВ (крім трансформаторів напруги з ослабленою ізоляцією одного з виводів).

Значення випробної напруги для вимірювальних трансформаторів зазначено в табл. 1.8.14.

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги: для трансформаторів напруги 1 хв; для трансформаторів струму з керамічною, рідкою або паперово-масляною ізоляцією 1 хв; для трансформаторів струму з ізоляцією з твердих органічних матеріалів або кабельних мас 5 хв;

б) ізоляції вторинних обмоток. Значення випробної напруги для ізоляції вторинних обмоток разом з присьданими до них колами становить 1 кВ. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

4. Вимірювання струму неробочого ходу. Проводиться для каскадних трансформаторів напругою 110 кВ і вище на вторинній обмотці за номінальної напруги. Значення струму неробочого ходу не нормується.

5. Зняття характеристик намагнічування магнітопроводу трансформаторів струму. Слід проводити за зміни струму від нуля до номінального, якщо для цього не потрібна напруга понад 380 В.

Для трансформаторів струму, призначених для живлення пристроїв релейного захисту, автоматичних аварійних осцилографів, фіксуючих приладів

тощо, коли необхідне проведення розрахунків погрішностей, струмів небалансу і допустимого навантаження щодо умов проходження струмів, вищих від номінальних, зняття характеристик проводиться за зміни струму від нуля до такого значення, за якого починається насичення магнітопроводу.

За наявності обмоток відгалужень характеристики слід знімати на робочому відгалуженні.

Зняті характеристики зіставляють з типовою характеристикою намагнічування або з характеристиками намагнічування інших однотипних справних трансформаторів струму.

Таблиця 1.8.14. Випробна напруга промислової частоти для вимірювальних трансформаторів

Виконання ізоляції вимірювального трансформатора	Вшпробна напруга, кВ, за номінальної напруги, кВ					
	3	6	10	15	20	35
Нормальна	21,6	28,8	37,8	49,5	58,5	85,5
Ослаблена	9	14	22	33	-	-

6. Перевірка полярності виводів (у однофазних) або групи з'єднання (у трифазних) вимірювальних трансформаторів. Здійснюється під час монтажу, якщо відсутні паспортні дані або є сумніви в достовірності цих даних. Полярність і група з'єднань мають відповідати паспортним даним.

7. Вимірювання коефіцієнта трансформації на всіх відгалуженнях. Проводиться для вбудованих трансформаторів струму і трансформаторів, які мають перемикальний пристрій (на всіх положеннях перемикача). Відхилення отриманого значення коефіцієнта від паспортного має бути в межах точності вимірювання.

8. Вимірювання опору обмоток постійному струму. Проводиться в первинних обмотках трансформаторів струму напругою 10 кВ і вище, які мають перемикальний пристрій, і у зв'язувальних обмотках каскадних трансформаторів напруги. Відхилення виміряного значення опору обмотки від паспортного або від опору обмоток інших фаз не має перевищувати 2%.

9. Випробування трансформаторного масла. Проводиться у вимірювальних трансформаторах 35 кВ і вище згідно з 1.8.33.

Для вимірювальних трансформаторів, які мають підвищене значення тангенса кута діелектричних втрат ізоляції, слід проводити випробування масла згідно з п. 12 табл. 1.8.38.

У маслонаповнених каскадних вимірювальних трансформаторах оцінювання стану масла в окремих ступенях проводиться занормами, відповідними номінальній робочій напрузі ступеня (каскаду).

10. Випробування смісних трансформаторів напруги типу НДЕ. Проводиться згідно з інструкцією заводу-виробника.

11. Випробування вентильних розрядників трансформаторів напруги типу НДЕ. Проводиться відповідно до 1.8.28.

МАСЛЯНІ ВИМИКАЧІ

1.8.18. Масляні вимикачі всіх класів напруги випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Вимірювання опору ізоляції:

а) рухомих і напрямних частин, виконаних з органічних матеріалів. Проводиться мегомметром на напругу 2,5 кВ. Опір ізоляції не має бути меншим за значення, наведених нижче:

Номінальна напруга вимикача, кВ.....	3-10	15-150	220-500
Опір ізоляції, МОм	1000	3000	5000

б) вторинних кіл, електромагнітів вмикання і вимикання тощо. Проводиться відповідно до 1.8.34.

2. Випробування вводів. Здійснюється відповідно до 1.8.31.

3. Оцінювання стану внутрішньооб'єктованої ізоляції та ізоляції дугогасних пристроїв. Проводиться для вимикачів 35 кВ зі встановленими вводами шляхом вимірювання тангенса кута діелектричних втрат ізоляції. Внутрішньооб'єктована ізоляція підлягає сушінню, якщо виміряне значення тангенса у два рази перевищує тангенс кута діелектричних втрат вводів, вимірний за повного виключення впливу внутрішньооб'єктованої ізоляції дугогасних пристроїв, тобто до встановлення вводів у вимикач.

4. Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти:

а) ізоляції вимикачів щодо корпусу або опорної ізоляції. Здійснюють для вимикачів напругою до 35 кВ. Випробна напруга для вимикачів приймається відповідно до даних табл. 1.8.15. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв;

б) ізоляції вторинних кіл і обмоток електромагнітів увімкнення і вимкнення. Значення випробної напруги 1 кВ. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

5. Вимірювання опору постійному струму:

а) контактів масляних вимикачів. Вимірюється опір струмовідної системи полюса вимикача і окремих його елементів. Значення опору контактів постійному струму має відповідати даним заводу-виробника;

б) шунтувальних резисторів дугогасних пристроїв. Виміряне значення опору має відрізнятись від заводських даних не більше ніж на 3%;

в) обмоток електромагнітів увімкнення і вимкнення. Значення опорів обмоток має відповідати даним заводів-виробників.

6. Вимірювання швидкісних і часових характеристик вимикачів. Вимірювання часових характеристик проводиться для вимикачів усіх класів напруги. Вимірювання швидкості увімкнення і вимкнення слід проводити для вимикачів 35 кВ і вище, а також незалежно від класу напруги в тих випадках, коли це вимагає інструкція заводу-виробника. Виміряні характеристики мають відповідати даним заводів-виробників.

Таблиця 1.8.15. Випробна напруга промислової частоти для зовнішньої ізоляції апаратів

Клас напруги, кВ	Випробна напруга, кВ, для апаратів з ізоляцією			
	нормальною керамічною	нормальною органічних матеріалів	з полегшеною керамічною	полегшеною органічних матеріалів
3	24	21,6	13	11,7
6	32	28,8	21	18,9
10	42	37,8	32	28,8
15	55	49,5	48	43,2
20	65	58,5	-	-
35	95	85,5	-	-

7. Вимірювання ходу рухомих частин (траверс) вимикача, втискання контактів під час увімкнення, одночасного замикання і розмикання контактів. Одержані значення мають відповідати даним заводів-виробників.

8. Перевірка регулювальних і встановлювальних характеристик механізмів, приводів і вимикачів. Проводиться в обсязі і за нормами інструкцій заводів-виробників і паспортів для кожного типу приводу та вимикача.

9. Перевірка дії механізму вільного розчеплення. Проводиться на ділянці ходу рухомих контактів під час вимкнення - від моменту замикання первинного кола вимикача (з урахуванням зазору між його контактами, який пробивається в разі зближення останніх) до повного увімкнення положення. При цьому треба враховуватися специфічні вимоги, які зумовлені конструкцією приводу і які визначають необхідність перевірки дії механізму вільного розчеплення за піднятого до упору сердечника електромагніту увімкнення або за незаведених пружин (вантажу) тощо.

10. Перевірка напруги (тиску) спрацьовування приводів вимикачів. Проводять (без струму в первинному колі вимикача) з метою визначення фактичних значень напруги на затискачах електромагнітів приводів або тиску стислого повітря пневмоприводів, за яких вимикачі зберігають роботоздатність, тобто виконують операції увімкнення і вимкнення від початку до кінця. При цьому часові та швидкісні характеристики можуть не відповідати нормованим значенням.

Напруга спрацьовування має бути на 15-20% менше від нижньої межі робочої напруги на затискачах електромагнітів приводів, а тиск спрацьовування пневмоприводів - на 20-30% менше від нижньої межі робочого тиску. Роботоздатність вимикача з пружинним приводом необхідно перевірити за зменшеного натягу вимикачів калієвих пружин згідно з вказівками інструкцій заводів-виробників.

Масляні вимикачі мають забезпечувати надійну роботу за таких значень напруги на затискачах електромагнітів приводів: під час вимкнення 65-120% номінальної; під час увімкнення вимикачів 80-110% номінальної (з

номінальним струмом увімкнення до 50 кА) і 85-110% номінальної (з номінальним струмом увімкнення понад 50 кА). Для вимикачів з пневмоприводами діапазон зміни робочого тиску має бути не меншим ніж 90-110% номінального. За вказаних значень нижніх меж робочої напруги (тиску) приводів вимикачі (без струму в первинному колі) мають забезпечувати нормовані заводами-виробниками для відповідних умов часові та швидкісні характеристики.

11. Випробування вимикача багатократними увімкненнями і вимкненнями. Багатократні випробування масляних вимикачів проводяться за напруги на затискачах електромагнітів: увімкнення 110, 100, 80 (85%) номінальної і мінімальної напруги спрацьовування; вимкнення 120, 100, 65% номінальної і мінімальної напруги спрацьовування.

Кількість операцій за зниженої і підвищеної напруги має бути 3-5, а за номінальної напруги -10.

Крім того, вимикачі слід піддати три-, п'ятикратному випробуванню в циклі У-В (без витримки часу), а вимикачі, призначені для роботи в режимі АПВ, також дво-, трикратному випробуванню в циклах В-У і В-У-В. Робота вимикача в складних циклах має перевірятися за номінальної і зниженої до 80% (85%) номінальної напруги на затискачах електромагнітів приводів.

12. Випробування трансформаторного масла вимикачів. У бакових вимикачах усіх класів напруги і малооб'ємних вимикачах 110 кВ і вище випробування масла проводиться до і після заливання масла у вимикачі.

У малооб'ємних вимикачах до 35 кВ масло випробовують до заливання в дугогасні камери. Випробування масла проводиться відповідно до 1.8.33.

13. Випробування вбудованих трансформаторів струму. Проводиться відповідно до 1.8.17.

ПОВІТРЯНІ ВИМИКАЧІ

1.8.19. Повітряні вимикачі всіх класів напруги випробовують у обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Вимірювання опору ізоляції:

а) опорних ізоляторів, ізоляторів гасильних камер і віддільників та ізолюючих тяг вимикачів усіх класів напруги. Проводиться мегомметром на напругу 2,5 кВ або від джерела напруги випрямленого струму.

У разі потреби вимірювання опору ізоляції опорних ізоляторів, ізоляторів гасильних камер і віддільників слід проводити з установленням охоронних кілець на зовнішній поверхні.

Опір ізоляції має бути не нижчим від значень, наведених у табл. 1.8.16.;

б) вторинних кіл, обмоток електромагнітів увімкнення і вимкнення. Проводиться відповідно до 1.8.34.

Таблиця 1.8.16. Найменший допустимий опір опорної ізоляції та ізоляції рухомих частин повітряних вимикачів

Випробуваний об'єкт	Опір ізоляції, МОм, за номінальної напруги вимикача, кВ		
	до 15	20-35	110 і вище
Опорний ізолятор, повітропровід і тяга (кожне окремо), виготовлені з фарфору	1000	5000	5000
Тяга, виготовлена з органічних матеріалів	-	3000	-

2. Випробування підвищеною напругою промислової частоти:

а) ізоляції вимикачів. Обов'язкове для вимикачів до 35 кВ.

Опорну суцільнофарфорову ізоляцію вимикачів слід випробовувати підвищеною напругою промислової частоти відповідно до табл. 1.8.17. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

Ізоляцію вимикачів, що складається з багатоелементних ізоляторів, випробовують відповідно до 1.8.32;

б) ізоляції вторинних кіл і обмоток електромагнітів керування. Проводиться відповідно до 1.8.34.

3. Вимірювання опору постійному струму:

а) контактів повітряних вимикачів усіх класів напруги. Вимірюванню підлягає опір контактів кожного елемента гасильної камери, віддільника, ножа тощо окремо. Найбільші допустимі значення опору контактів повітряних вимикачів наведено в табл. 1.8.17.

б) обмоток електромагнітів увімкнення і вимкнення вимикачів. Встановлюється для кожного типу вимикачів згідно з табл. 1.8.18 або даними заводу-виробника.

в) подільників напруги і шунтувальних резисторів вимикача. Для них норми встановлюються за даними заводу-виробника.

4. Перевірка характеристик вимикача. Характеристики вимикача, зняті за номінального, мінімального і максимального робочих тисків під час простих операцій і складних циклів, мають відповідати даним заводу-виробника.

5. Перевірка спрацьовування приводу вимикача за зниженої напруги. Напруга спрацьовування електромагнітів керування за максимального тиску повітря в баках 2,06 МПа (21,0 кгс/см²) має бути не більшою за 65% від номінальної.

6. Випробування вимикача багатократним увімкненням і вимкненням. Кількість операцій та складних циклів, які виконуються кожним вимикачем, установлюється згідно з табл. 1.8.19.

Таблиця 1.8.17. Найбільший допустимий опір постійному струму контактів повітряних вимикачів на номінальний струм 2 кА

Тип вимикача	Номінальна напруга, кВ	Опір контактів, мкОм				
		всього контуру полюса	гасильної камери	одного елемента гасильної камери	ножа (віддільника)	одного елемента віддільника
ВВН-110-6	110	120	40	20	40	20
ВВН-154-8	150	160	60	20	60	20
ВВН-220-10	220	200	80	20	80	20
ВВ-500-2000/25	500	500*	-	18	-	18
ВВН-35-2	35	60	-	-	-	-

* Для вимикачів з повітрянаповненим віддільником проводять вимірювання перехідних опорів контактів з'єднання:
 - шини, яка з'єднує гасильну камеру з віддільником (не повинен перевищувати 50 мкОм);
 - шини, яка з'єднує дві половини віддільника (не повинен перевищувати 80 мкОм);
 - переходу з апаратного виводу віддільника на шину, яка з'єднує фланці віддільників (не повинен перевищувати 10 мкОм).

Таблиця 1.8.18. Опір постійному струму обмоток електромагнітів повітряних вимикачів

Тип вимикача	З'єднання електромагнітів трьох фаз	Напруга, В	Опір обмотки, Ом
ВВН-110-6, ВВН-154-8, ВВН-220-10, ВВ-330Б, ВВ-500, ВВМ-500М	Роздільне або паралельне (електромагніти з форсуванням)	220	1- ша обмотка: 10 ± 1,5; 2- га обмотка: 45 ± 2,0; обидві обмотки: 55 ± 3,5
		110	1- ша обмотка: 2,4 ± 0,05; 2- га обмотка: 11,3 ± 0,55; обидві обмотки: 13,7

7. Випробування конденсаторів подільників напруги повітряних вимикачів. Проводиться відповідно до 1.8.27.

8. Перевірка ходу якоря електромагніту керування. Хід якоря електромагнітів з форсуванням має дорівнювати 8₁ мм.

Таблиця 1.8.19. Кількість операцій під час перевірки повітряних вимикачів багатократними випробуваннями

Найменування операцій або	Тиск випробування вимикача	Кількість виконуваних операцій і циклів
Увімкнення та вимкнення	Мінімальний тиск <small>спрацьовування</small>	3
	Мінімальний робочий тиск	3
	Номінальний	3
	Максимальний робочий	2
Цикл У-В	Мінімальний спрацьовування	2
	Мінімальний робочий *	2
	Максимальний робочий *	2
Цикл В-У (АПВ успішне)	Мінімальний для АПВ	2
	Номінальний *	2
Цикл В-У-В (АПВ неуспішне)	Мінімальний для АПВ	2
	Максимальний робочий	2

* Мають зніматися осцилограми роботи вимикачів.

ВИМИКАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ

1.8.20. Повністю зібраний і відрегульований вимикач навантаження випробовується в обсязі, передбаченому цим параграфом;

1. Вимірювання опору ізоляції вторинних кіл і обмоток електромагнітів керування. Проводиться відповідно до 1.8.34.

2. Випробування підвищеною напругою промислової частоти:

а) ізоляції вимикача навантаження. Проводиться відповідно до табл. 1.8.15;

б) ізоляції вторинних кіл і обмоток електромагнітів керування.

Проводиться відповідно до 1.8.34.

3. Вимірювання опору постійному струму:

а) контактів вимикача. Проводиться вимірювання опору струмовідної системи полюса і кожної пари робочих контактів. Значення опору має відповідати даним заводу-виробника;

б) обмоток електромагнітів керування. Значення опору має відповідати даним заводу-виробника;

4. Перевірка дії механізму вільного розчеплення. Механізм вільного розчеплення перевіряють у роботі відповідно до 1.8.18, п. 9.

5. Перевірка спрацьовування приводу за зниженої напруги. Проводиться відповідно до 1.8.18, п. 10.

6. Випробування вимикача навантаження багатократним випробуванням. Проводиться відповідно до 1.8.18, п. 11.

7. Випробування запобіжників. Проводиться відповідно до 1.8.30.

РОЗ'ЄДНУВАЧІ, ВІДДІЛЬНИКИ І КОРОТКОЗАМИКАЧІ

1.8.21. Повністю зібрані та відрегульовані роз'єднувачі, віддільники та короткозамикачі всіх класів напруги випробовують у обсязі, передбаченому

цим параграфом.

1. Вимірювання опору ізоляції:

а) повідців і тяг, виготовлених з органічних матеріалів. Проводиться мегомметром на напругу 2,5 кВ. Опір ізоляції має бути не нижчим від значень, наведених в 1.8.18, п. 1, а.

б) багатоелементних ізоляторів. Проводиться відповідно до 1.8.32;

в) вторинних кіл і обмоток електромагнітів керування. Проводиться відповідно до 1.8.34.

2. Випробування підвищеною напругою промислової частоти:

а) ізоляції роз'єднувачів, віддільників і короткозамикачів. Проводиться від* повідно до табл. 1.8.15;

б) ізоляції вторинних кіл і обмоток електромагнітів керування.

Проводиться відповідно до 1.8.34.

3. Вимірювання опору постійному струму:

а) контактної системи роз'єднувачів і віддільників напругою 110 кВ і вище. Виміряні значення мають відповідати даним заводів-виробників або наведеним у табл. 1.8.20;

б) обмоток електромагнітів керування. Значення опору обмоток мають відповідати даним заводів-виробників.

Таблиця 1,8,20. Найбільший допустимий опір постійному струму контактної системи роз'єднувачів і віддільників

Тип роз'єднувача	Номинальна напруга, кВ	Номинальний струм, А	Опір, мкОм
РОНЗ	400-500	2000	200
РЛН	110-220	600	220
Решта типів	110-500	600	175
		1000	120
		1500-2000	50

4. Вимірювання витягувальних зусиль рухомих контактів з нерухомих.

Проводиться в роз'єднувачах і віддільниках 35 кВ, а в електроустановках енергосистем - незалежно від класу напруги. Вимірювання значення витягувальних зусиль за знежиреного стану контактних поверхонь мають відповідати даним заводу-виробника, а в разі їх відсутності - даним, наведеним у табл. 1.8.21.

Крім зазначених у табл. 1.8.21 норм для роз'єднувачів зовнішнього встановлення 35-220 кВ, на номінальні струми 630-2000А заводом-виробником встановлено загальну норму витягувального зусилля на пару ламелей 78,5-98 Н (8-10 кгс).

5. Перевірка роботи. Перевірку апаратів з ручним керуванням слід проводити шляхом виконання 10-15 операцій увімкнення і вимкнення. Перевірку апаратів з дистанційним керуванням проводять шляхом виконання 25 циклів увімкнення і вимкнення за номінальної напруги керування 5-10 циклів увімкнення і вимкнення за зниженої до 80% номінальної напруги на затискачах електромагнітів (електродвигунів) увімкнення і вимкнення.

6. Визначення часових характеристик. Проводиться в короткозамикачах під час увімкнення і у віддільниках - під час вимкнення. Виміряні значення мають відповідати даним заводу-виробника, а в разі їх відсутності - даним,

наведеним у табл. 1.8.22.

Таблиця і .8.21. Норми витягувальних зусиль рухомих контактів з нерухомих (для одного ножа) для роз'єднувачів і віддільників

Тип апарата	Номінальний струм, А	Зусилля, Н (кгс)
Роз'єднувачі		
РВК-10	3000;4000; 5000	490-540(50-55)
РВК-20	5000;6000	490-540(50-55)
	7000	830-850(85-87)
РВ(3)-20	400	118-157(12-16)
РВ(3)-35	600	137-176(14-18)
	1000	176-225(18-23)
РЛНД-110	600	157-176(16-18)
	1000	176-196(18-20)
Віддільники		
ОД-ПОМ; ОД-150М	600	157-176(16-18)
ОД-220М	1000	176-196(18-20)

Таблиця 1.8.22. Найбільший допустимий час вимкнення віддільників і увімкнення короткозамикачів

Тип апарата	Час вимкнення, не більше, с	Тип апарата	Час вимкнення, не більше, с
Віддільники		Короткозамикачі	
ОД-35	0,5	КЗ-35	0,4
ОД-ІЮ	0,7-0,9	КЗ-110	0,4
ОД-ПОМ	0,5	КЗ-110М	0,35
ОД-150	1,0	КЗ-220, КЗ-150	0,5
ОД-І6ОМ	0,7	КЗ-150М	0,4
ОД-220	1,0	КЗ-220М	0,4
ОД-220 М	0,7		

КОМПЛЕКТНІ РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ ВНУТРІШНЬОГО ТА ЗОВНІШНЬОГО ВСТАНОВЛЕННЯ (КРУ ІКРУЗ)

1.8.22. Комплектні розподільчі установки після монтажу на місці встановлення випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

Норми випробувань елементів КРУ: масляних вимикачів, вимірювальних трансформаторів, вимикачів навантаження, вентильних розрядників, запобіжників, роз'єднувачів, силових трансформаторів і трансформаторного масла -наведено у відповідних параграфах цієї глави.

1. Вимірювання опору ізоляції:

а) первинних кіл. Проводиться мегомметром на напругу 2,5 кВ.

Опір ізоляції повністю зібраних первинних кіл КРУ зі встановленими в них вузлами і деталями, які можуть впливати на результати випробувань, має бути не менше ніж 1000 МОм.

У разі незадовільних результатів випробувань вимірювання опору

проводиться поелементно, при цьому опір ізоляції кожного елемента має бути не меншим, ніж 1000 МОм;

б) вторинних кіл. Проводиться мегомметром на напругу 0,5-1 кВ. Опір ізоляції кожного приєднання вторинних кіл з усіма приєднаними апаратами (реле, приладами, вторинними обмотками трансформаторів струму і напруги тощо) має бути не меншим ніж 1 МОм.

2. Випробування підвищеною напругою промислової частоти:

а) ізоляції первинних кіл ланок КРУ і КРУЗ. Випробну напругу повністю змонтованих ланок КРУ і КРУЗ за вкочених в робоче положення візків і зачинених дверей зазначено в табл. 1.8.23.

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги для ланок з керамічною ізоляцією 1 хв; для ланок з ізоляцією з твердих органічних матеріалів 5 хв;

б) ізоляції вторинних кіл. Проводиться напругою 1 кВ. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

3. Вимірювання опору постійному струму. Опір роз'ємних і болтових з'єднань постійному струму має бути не більшим за значення, наведені у табл. 1.8.24.

4. Механічні випробування. Проводяться відповідно до інструкцій заводу-виробника. До механічних випробувань належать:

а) укочування і викочування висувних елементів з перевіркою взаємного входження роз'єднувальних контактів, а також роботи шторок, блокувань, фіксаторів тощо;

б) вимірювання контактів натиснення роз'ємних контактів первинного кола;

в) перевірка роботи і стану контактів заземлювального роз'єднувача.

Таблиця і.8.23. Випробна напруга промислової частоти ізоляції ланок КРУ і КРУЗ

Клас напруги, кВ	Випробна напруга, кВ, ланки з ізоляцією	
	керамічною	я твердих органічних матеріалів
3	24	21,6
6	32	28,8
10	42	37,8
15	55	49,5
20	65	58,5
35	95	85,5

Таблиця 1.8.24. Найбільший допустимий опір постійному струму контактів КРУ ІКРУЗ

Вимірюваний об'єкт	Опір, Ом
З'єднання збірних шин (вибірково)	Не має перевищувати понад в 1,2 раза опір ділянки шин тієї ж довжини без з'єднання
Роз'ємні з'єднання первинного кола (вибірково, якщо дозволяє конструкція КРУ)	Визначається заводськими інструкціями. Для КРУ, у яких інструкції не нормують опір, їх опір має перевищувати, мкОм: для контактів: 400 А-75 600 А-60 900 А-50 - « - 1200 А-40
Роз'єднувальні контакти вторинного силового кола (вибірково, тільки для контактів ковзного типу)	Опір контактів не має перевищувати 4000 мкОм

КОМПЛЕКТНІ ЕКРАНОВАНІ СТРУМОПРОВОДИ З ПОВІТРЯНИМ ОХОЛОДЖЕННЯМ ШИНОПРОВОДИ

1.8.23. Обсяг і норми випробувань устаткування, приєднаного до струмопроводу і шинопроводу (генератор, силові і вимірювальні трансформатори тощо) наведено у відповідних параграфах цієї глави.

Повністю змонтовані струмопроводи випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Випробування підвищеною напругою промислової частоти. Випробна напруга ізоляції струмопроводу за від'єднаних обмоток генератора, силових трансформаторів і трансформаторів напруги встановлюється згідно з табл. 1.8.25.

Таблиця 1.8.25. Випробна напруга промислової частоти для ізоляції струмопроводу

Клас напруги, кВ	Випробна напруга, кВ, струмопроводу з ізоляцією	
	фарфоровою	змішаною (керамічною і з твердих органічних матеріалів)
6	32	28,8
10	42	37,8
15	55	49,5
20	65	58,5

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги до струмопроводу з суцільною фарфоровою ізоляцією 1 хв. Якщо ізоляція струмопроводу містить

елементи з твердих органічних матеріалів, тривалість прикладення випробної напруги 5 хв.

2. Перевірка якості виконання болтових і зварних з'єднань. Вибірково перевіряють затягування болтових з'єднань струмопроводу.

Якщо монтаж струмопроводу здійснювався за відсутності замовника, проводиться вибіркоче розбирання 1-2 болтових з'єднань струмопроводу з метою перевірки якості виконання контактних з'єднань.

Зварні з'єднання піддаються огляду відповідно до інструкції зі зварювання алюмінію або, за наявності відповідної установки, - контролю методом рентгено- або гамадефектоскопії чи іншим способом, рекомендованим заводом-виробником.

3. Перевірка стану ізоляційних прокладок. Проводиться у струмопроводах, кожухи яких ізольовано від опорних металоконструкцій. Перевірка цілості ізоляційних прокладок здійснюється шляхом порівняльних вимірювань падіння напруги на ізоляційних прокладках секції фази або вимірювання струму, який проходить у металоконструкціях між станинами секцій.

4. Огляд і перевірка пристрою штучного охолодження струмопроводу. Проводиться згідно з інструкцією заводу-виробника.

ЗБІРНІ ТА З'ЄДНУВАЛЬНІ ШИНИ

1.8.24. Шини випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом: на напругу до 1 кВ - згідно з пп. 1, 3-5; на напругу понад 1 кВ - згідно з пп. 2-6.

1. Вимірювання опору ізоляції. Проводиться мегомметром на напругу 1 кВ. Опір ізоляції має бути не меншим ніж 0,5 МОм.

2. Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти:

а) опорних одноелементних ізоляторів. Керамічні одноелементні опорні ізолятори внутрішньої та зовнішньої установок випробовують відповідно до 1.8.32;

б) опорних багатоелементних і підвісних ізоляторів. Штирові та підвісні ізолятори випробовують згідно з 1.8.32, перелік 2,б).

3. Перевірка якості виконання болтових контактних з'єднань шин. Проводиться вибіркова перевірка якості затягування контактів і розкриття 2-3% з'єднань. Вимірювання перехідного опору контактних з'єднань слід проводити вибірково у збірних і з'єднувальних шинах на 1000 А і більше на 2-3% з'єднань. Падіння напруги або опір на ділянці шини (0,7-0,8 м) у місці контактного з'єднання не мають перевищувати падіння напруги або опору ділянки шин тієї ж довжини і того ж перерізу більш ніж у 1,2 раза.

4. Перевірка якості виконання опресованих контактних з'єднань шин. Опресовані контактні з'єднання бракуються, якщо:

а) їх геометричні розміри (довжина і діаметр опресованої частини) не відповідають вимогам інструкції з монтажу з'єднувальних затискачів даного типу;

б) на поверхні з'єднувача або затискача є тріщини, сліди значної корозії та механічних пошкоджень;

в) кривизна опресованого з'єднувача перевищує 3% його довжин;

г) сталевий сердечник опресованого з'єднувача розташований несиметрично.

Слід провести вибіркове вимірювання перехідного опору 3-5% опресованих контактних з'єднань.

Падіння напруги або опір на ділянці з'єднання не мають перевищувати падіння напруги або опору на ділянці проводу тієї ж довжини більш ніж в 1,2 раза.

5. Контроль зварних контактних з'єднань. Зварні контактні з'єднання бракуються, якщо безпосередньо після виконання зварювання буде виявлено:

- а) перепал проводу зовнішнього навівання чи порушення зварювання в разі перегинання з'єднаних проводів;
- б) усадкову раковину в місці зварювання завглибшки понад 1/3 діаметра проводу.

6. Випробування прохідних ізоляторів. Проводиться відповідно до 1.8.31.

СУХІ СТРУМООБМЕЖУВАЛЬНІ РЕАКТОРИ

1.8.25. Сухі струмообмежувальні реактори мають бути випробувані в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Вимірювання опору ізоляції щодо болтів кріплення. Проводиться мегомметром на напругу 1-2,5 кВ. Опір ізоляції має бути не меншим ніж 0,5 МОм.

2. Випробування фарфорової опорної ізоляції реакторів підвищеною напругою промислової частоти. Випробна напруга опорної ізоляції повністю зібраного реактора встановлюється згідно з табл. 1.8.26.

Таблиця 1.8.26. Випробна напруга промислової частоти фарфорової опорної ізоляції сухих струмообмежувальних реакторів і запобіжників

Клас напруги реактора, кВ	3	6	10	15	20	35
Випробна напруга, кВ	24	32	42	55	65	95

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

Випробування опорної ізоляції сухих реакторів підвищеною напругою промислової частоти може проводитися спільно з ізоляторами ошиновки ланки приєднання.

СТАТИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ ЦІЛЕЙ

1.8.26. Комплекти статичні перетворювачі випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом: іонні нереверсивні - згідно з пп. 1-8, 10, 11; іонні реверсивні - згідно з пп. 1-11; напівпровідникові керовані нереверсивні - згідно з пп. 1-4, 6-8, 10, 11; напівпровідникові керовані реверсивні - згідно з пп. 1-4, 6-11; напівпровідникові некеровані - згідно з пп. 1-4, 7,10,11.

Цей параграф не поширюється на збуджувачі тиристорів синхронних генераторів і компенсаторів.

1. Вимірювання опору ізоляції елементів і кіл перетворювача. Слід проводити відповідно до інструкції заводу-виробника.

2. Випробування підвищеною напругою промислової частоти:

а) ізоляція вузлів і кіл іонного перетворювача та перетворювального трансформатора має витримати протягом 1 хв випробну напругу промислової частоти. Значення випробної напруги наведено в табл. 1.8.27, де 17 , - напруга неробочого ходу перетворювального агрегату.

Випробна напруга між катодом і корпусом вентиля стосується перетворювачів з ізольованим катодом.

Таблиця 1.8.27. Випробна напруга промислової частоти для елементів і кіл статичних перетворювачів

Випробовувані вузли і кола перетворювача	Вузли, стосовно яких випробовують ізоляцію	Випробна напруга, В, для	
		нульових	мостових
Перетворювачі			
Кола, пов'язані з анодами	Заземлені деталі	$2,25^{u_i} + 3750$	$1,025 u_{\Delta} + 3750$
Катоди і корпуси вентилів і кола, пов'язані з катодами, розташованими в шафах	Те саме	$1,517 + 750$	$1,025 u_{\Delta} + 3750$
Рами		-	$1,5 c_{\Delta} + 750$
Вторинні обмотки допоміжних трансформаторів і кола, пов'язані з ними	Первинні обмотки допоміжних трансформаторів і кола, пов'язані з ними, а також заземлені деталі	$1,5^{u_i} + 750$ $1,025 I_{i\Delta} + 3750$ (але не менше 2250 В)	
Перетворювальні трансформатори			
Вентильні обмотки та їх виводи	Корпус та інші обмотки	$2,25^{u_i} - 3750$	$1,025 i_{\Delta} + 3750$
Вирівняльні реактори (обмотки і виводи) і вторинні обмотки потроювачів частоти	Корпус	$2,25 C_{\Delta} - 3750$	
Гілки вирівнювального	Один стосовно іншого	$1,025^{u_i} + 750$	-
Анодні подільники (обмотки і виводи)	Корпус або заземлені деталі	$2,25 V_{i\Delta} - 3750$	$1,025 V_{\Delta} + 3750$

Для зустрічно-паралельних схем перетворювачів для електроприводу і перетворювачів з послідовним з'єднанням вентилів у кожній фазі катоди і корпуси вентилів, а також кола, пов'язані з катодами, мають випробуватися напругою $2,25 u_i + 3500$;

б) ізоляція вузлів і кіл напівпровідникового перетворювача (силові кола - корпус і силові кола - кола власних потреб) має витримати протягом 1 хв випробну напругу промислової частоти, яка дорівнює 1,8 кВ, або зазначену заводом - виробником.

Силові кола змінної і випрямленої напруги на час випробування мають бути електрично з'єднаними між собою.

3. Перевірка всіх видів захистів перетворювача. Межі спрацьовування захистів мають відповідати розрахунковим проектним даним.

4. Випробування перетворювального трансформатора і реакторів. Проводиться відповідно до 1.8.16.

5. Перевірка запалювання. Запалювання має відбуватися чітко, без тривалої пульсації системи запалювання.

6. Перевірка фазування. Фаза імпульсів керування має відповідати фазі анодної напруги в діапазоні регулювання.

7. Перевірка системи охолодження. Різниця температур води на вході та виході системи охолодження ртутного перетворювача має відповідати даним заводу-виробника.

Швидкість охолоджувального повітря напівпровідникового перетворювача з примусовим повітряним охолодженням має відповідати даним заводу-виробника.

8. Перевірка діапазону регулювання випрямленої напруги. Діапазон регулювання має відповідати даним заводу-виробника, зміна значення випрямленої напруги має відбуватися плавно. Зняття регулювальної характеристики проводиться під час роботи перетворювача на навантаження, не менше ніж 0,1 номінальної. Характеристики навантаження, які застосовуються під час випробувань, мають відповідати характеристикам навантаження, для якого передбачено перетворювач.

9. Вимірювання статичного вирівняльного струму. Вимірювання слід проводити у всьому діапазоні регулювання. Вирівнювальний струм не має перевершувати передбаченого проектом.

10. Перевірка роботи перетворювача під навантаженням (для регульованих перетворювачів у всьому діапазоні регулювання). При цьому проводиться перевірка рівномірності розподілу струмів за фазами і вентилями. Нерівномірність не має призводити до перевантажень будь-якої фази або вентиля перетворювача.

11. Перевірка паралельної роботи перетворювачів. Повинен мати місце сталий розподіл навантаження відповідно до параметрів працюючих випрямних агрегатів, що працюють паралельно.

ПАПЕРОВО-МАСЛЯНІ КОНДЕНСАТОРИ

1.8.27. Паперово-масляні конденсатори зв'язку, відбору потужності, ділильні конденсатори, конденсатори поздовжньої компенсації та конденсатори для підвищення коефіцієнта потужності випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом; конденсатори для підвищення коефіцієнта потужності напругою нижче ніж 1 кВ - згідно з пп. 1, 4, 5; конденсатори для підвищення коефіцієнта потужності напругою 1 кВ і вище - згідно з пп. 1,2,4,5; конденсатори зв'язку, відбору потужності і ділильні конденсатори - згідно з пп. 1-4.

1. Вимірювання опору ізоляції. Проводиться мегомметром на напругу 2,5 кВ. Опір ізоляції між виводами і щодо корпусу конденсатора і відношення $Y_{60}/Y_{1\&}$ не нормуються.

2. Вимірювання ємності. Проводиться за температури 15-35 °С. Виміряна ємність має відповідати паспортним даним з урахуванням погрішності

вимірювання і наведених у табл. 1.8.28 допусків.

3. Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат. Проводиться для конденсаторів зв'язку, конденсаторів відбору потужності та ділільних конденсаторів. Виміряні значення тангенса кута діелектричних втрат для конденсаторів усіх типів за температури 15-35 °С не мають перевищувати 0,4%.

4. Випробування підвищеною напругою. Випробну напругу конденсаторів для підвищення коефіцієнта потужності наведено в табл. 1.8.29; для конденсаторів зв'язку, конденсаторів відбору потужності та ділільних конденсаторів - у табл. 1.8.30 і конденсаторів поздовжньої компенсації - у табл. 1.8.31.

Тривалість прикладення випробної напруги 1 хв.

За відсутності джерела струму достатньої потужності випробування підвищеною напругою промислової частоти може бути замінено випробуванням випрямленою напругою подвоєного значення щодо зазначеного в табл. 1.8.29-1.8.31.

Випробування підвищеною напругою промислової частоти щодо корпусу ізоляції конденсаторів, які призначені для підвищення коефіцієнта потужності (або конденсаторів поздовжньої компенсації) і мають вивід, з'єднаний з корпусом, не проводиться.

5. Випробування батареї конденсаторів трикратним увімкненням. Проводиться увімкненням на номінальну напругу з контролем значень струмів за кожною фазою. Струми в різних фазах мають відрізнятися один від одного не більше ніж на 5%.

Таблиця 1.8.28. Найбільше допустиме відхилення ємності конденсаторів

Найменування або тип конденсатора	Допустиме відхилення, %
Конденсатори для підвищення коефіцієнта потужності напругою:	
до 1050 В	±10
понад 1050 В	+10 -5
Конденсатори типів:	
СМР-66/ л/з , СМР-1 ю/л/з	+10 -5
СМР-166/ л/з , СМР-133 л/з , ОМР-15	±5
ДМР-80, ДМРУ-80, ДМРУ-60, ДМРУ-55, ДМРУ-110	±10

Таблиця 1.8.29. Випробна напруга промислової частоти конденсаторів для підвищення коефіцієнта потужності

Випробовувана ізоляція	Випробна напруга, кВ, для конденсаторів з робочою напругою, кВ						
	0,22	0,38	0,50	0,66	3,15	6,30	10,50
Між обкладками	0,42	0,72	0,95	1,25	5,9	11,8	20
Щодо корпусу	2,1	2,1	2,1	5,1	5,1	15,3	21,3

Таблиця 1.8.30. Випробна напруга промислової частоти для конденсаторів зв'язку, відбору потужності та ділільних конденсаторів

Тип конденсатора	Випробна напруга елементів конденсатора, кВ
СМР-66/^/з	90
СМР-ПО/^Уз	193,5
СМР-166/Тз	235,8
ОМР-15	49,5
ДМР-80, ДМРУ-80, ДМРУ-60, ДМРУ-55	144
ДМРУ-110	252

Таблиця 1.8.31. Випробна напруга для конденсаторів поздовжньої компенсації

Тип конденсатора	Випробна напруга, кВ	
	промислової частоти щодо корпусу	постійного струму між обкладками конденсатора
КПМ-0,6-50-1	16,2	4,2
КПМ-0,6-25-1	16,2	4,2
КМП-1-50-1	16,2	7,0
КМП-1-50-1-1		7,0

ВЕНТИЛЬНІ РОЗРЯДНИКИ

1.8.28. Вентильні розрядники після встановлення на місці монтажу випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Вимірювання опорів елемента розрядника. Проводиться мегомметром на напругу 2,5 кВ. Опір ізоляції елемента не нормується. Для оцінювання ізоляції зіставляються виміряні значення опорів ізоляції елементів однієї й тієї самої фази розрядника; крім того, ці значення порівнюються з опором ізоляції елементів інших фаз комплексу або даними заводу-виробника.

ГЛАВА 1.8 Норми прийнятно-здавальних випробувань

Таблиця 1.8.32. Струм провідності (витоку) елементів вентиляльних розрядників

Тип розрядника або його елементів	Випрямлена напруга, прикладена до елемента розрядника, кВ	Струм провідності елемента розрядника, мкА	Верхня межа струму
РВВМ-3 РВВМ-6 РВВМ-10	4 6 ю		400-620 -
РВС-15 РВС-20 РВС-33, РВС-35	16 20 32 ,		400-620
РВО-35	42		70-130
РВМ-3	4		380-450 -
РВМ-6	6		120-220
РВМ-10	10		200-280 -
РВМ-15	18		500-700
РВМ-20	24		500-700 -
РВП-3	4		- 10
РВП-6	6		- 10
РВП-10	10		- 10
Елемент розрядників РВМГ-110, РВМГ-150, РВМГ-220, РВМГ-330, РВМГ-500	30		900-1300
Основний елемент розрядника серії РВМК	18		900-1300 -
Іскровий елемент розрядника серії РВМК	28		900-1300
Основний елемент розрядників РВМК-330П, РВМК-500П	24		900-1300

Таблиця 1.8.33. Пробивна напруга іскрових проміжків елементів вентиляльних розрядників за промислової частоти

Тип елемента	Пробивна напруга, кВ
Елемент розрядників РВМГ-110, РВМГ-150, РВМГ-220	59-73
Елемент розрядників РВМГ-330, РВМГ-500	60-75
Основний елемент розрядників РВМК-330, РВМК-500	40-53
Іскровий елемент розрядників РВМК-330, РВМК-500, РВМК-550П	70-85
Основний елемент розрядників РВМК-500П	43 54

2. Вимірювання струму провідності (струму витоку). Допустимі струми провідності (струми витоку) окремих елементів вентиляльних розрядників наведено втабл. 1.8.32.

3. Вимірювання пробивної напруги за промислової частоти. Пробивна напруга іскрових проміжків елементів вентильних розрядників за промислової частоти має бути в межах значень, наведених у табл. 1.8.33.

Вимірювання пробивних напруг промислової частоти розрядників з шунтувальними резисторами допускається проводити на випробній установці, що дозволяє обмежувати струм через розрядник до 0,1 А і час прикладення напруги до 0,5 с.

ТРУБЧАСТІ РОЗРЯДНИКИ

1.8.29. Трубчасті розрядники випробовують у обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Перевірка стану поверхні розрядника. Проводиться шляхом огляду перед установленням розрядника на опору. Зовнішня поверхня розрядника не повинна мати тріщин і відшарувань.

2. Вимірювання зовнішнього іскрового проміжку. Проводиться на опорі установки розрядника. Іскровий проміжок не повинен відрізнятись від заданого.

3. Перевірка розташування зон вихлопу. Проводиться після установлення розрядників. Зони вихлопу не мають перетинатись і охоплювати елементи конструкцій та проводів, які мають потенціал, відмінний від потенціалу відкритого кінця розрядника.

ЗАПОБІЖНИКИ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ

1.8.30. Запобіжники понад 1 кВ випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Випробування опорної ізоляції запобіжників підвищеною напругою промислової частоти. Випробна напруга встановлюється згідно з табл. 1.8.26.

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв. Випробування опорної ізоляції запобіжників підвищеною напругою промислової частоти може проводитися спільно з випробуванням ізоляторів ошиновки ланки.

2. Перевірка цілості плавких вставок і струмообмежувальних резисторів та відповідності їх проектним даним. Плавкі вставки і струмообмежувальні резистори мають бути каліброваними і відповідати проектним даним. У запобіжниках з кварцовим піском додатково перевіряють цілість плавкої вставки.

ВВОДИ ТА ПРОХІДНІ ІЗОЛЯТОРИ

1.8.31. Вводи та прохідні ізолятори випробовують у обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Вимірювання опору ізоляції. Проводиться мегомметром на напругу 1-2,5 кВ у вводах з паперово-масляною ізоляцією. Вимірюється опір ізоляції вимірювальної і останньої обкладки ввідів щодо з'єднувальної втулки. Опір ізоляції повинен бути не меншим ніж 1000 МОм.

2. Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат. Проводиться у вводах

і прохідних ізоляторів з внутрішньою основною маслобар'єрною, паперово-масляною і бакелітовою ізоляцією. Тангенс кута діелектричних втрат вводів прохідних ізоляторів не має перевищувати значень, наведених у табл. 1.8.34.

У вводах і прохідних ізоляторах, які мають спеціальний вивід до пристрою (ПШ) потенціометра, проводиться вимірювання тангенса кута діелектричних втрат основної ізоляції та ізоляції вимірювального конденсатора. Одночасно проводиться і вимірювання ємності.

Бракувальні норми за тангенсом кута діелектричних втрат для ізоляції вимірювального конденсатора ті самі, що й для основної ізоляції.

У вводах, які мають вимірювальний вивід від обкладок останніх шарів ізоляції (для вимірювання кута діелектричних втрат), рекомендовано вимірювати тангенс кута діелектричних втрат цієї ізоляції.

Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат проводиться за напруги 3 кВ.

Для оцінювання стану останніх шарів паперово-масляної ізоляції вводів і прохідних ізоляторів можна орієнтуватися на середні дослідні значення тангенса кута діелектричних втрат: для вводів 110-115 кВ - 3% для вводів 220 кВ - 2% і для вводів 330-500 кВ - граничні значення тангенса кута діелектричних втрат, прийняті для основної ізоляції.

Таблиця 1.8.34. Найбільший допустимий тангенс кута діелектричних втрат основної ізоляції та ізоляції вимірювального конденсатора вводів і прохідних ізоляторів за температури +20 °С

Найменування об'єкта випробування і вид основної ізоляції	Тангенс кута діелектричних втрат, %, за номінальної напруги, кВ					
	3-15	20-35	60-110	150-220	330	500
Маслонаповнені вводи і прохідні ізолятори з ізоляцією: маслобар'єрною паперово-масляною *		3,0	2,0 1,0	2,0 0,8	1,0 0,7	1,0 0,5
Вводи і прохідні ізолятори з бакелітовою ізоляцією (у тому числі маслонаповнені)	3,0	3,0	2,0	-	-	-
* У тризатискних вводах крім вимірювання основної ізоляції має проводитися і контроль ізоляції відводів від регулювальної обмотки. Тангенс кута діелектричних втрат ізоляції відводів має бути не більшим ніж 2,5%.						

3. Випробування підвищеною напругою промислової частоти. Випробування є обов'язковим для вводів і прохідних ізоляторів на напругу до 35 кВ.

Випробна напруга для прохідних ізоляторів і вводів, випробованих окремо або після встановлення в розподільчу установку на масляний вимикач тощо, приймається згідно з табл. 1.8.35.

Випробування вводів, установлених на силових трансформаторах, слід проводити спільно з випробуванням обмоток останніх за нормами, прийнятими

для силових трансформаторів (див. табл. 1.8.11).

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги для вводів і прохідних ізоляторів з основною керамічною, рідкою або паперово-масляною ізоляцією 1 хв, а з основною ізоляцією з бакеліту або інших твердих органічних матеріалів 5 хв. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги для вводів, які випробовуються спільно з обмотками трансформаторів, 1 хв.

Ввід вважається таким, що витримав випробування, якщо при цьому не спостерігалось пробою, перекриття, ковзних розрядів і часткових розрядів у маслі (у маслonaповнених вводах), виділень газу, а також якщо після випробування не виявлено місцевого перегріву ізоляції.

4. Перевірка якості ущільнень вводів. Проводиться для негерметичних маслonaповнених вводів напругою 110-500 кВ з паперово-масляною ізоляцією шляхом створення в них надмірного тиску масла 98 кПа (1 кгс/см²). Тривалість випробування 30 хв. Під час випробування не повинно спостерігатися ознак течі масла.

5. Випробування трансформаторного масла з маслonaповнених вводів. Для вводів, які наново заливаються, масло має випробовуватися відповідно до 1.8.33.

Після монтажу проводиться випробування залитого масла за показниками пп. 1-6 табл. 1.8.38, а для вводів, які мають підвищений тангенс кута діелектричних втрат, і вводів напругою 220 кВ і вище, крім того, - вимірювання тангенса кута діелектричних втрат масла. Значення показників мають бути не гіршими за наведені в табл. 1.8.38, а значення тангенса кута діелектричних втрат - не більшими за наведені в табл. 1.8.36.

Таблиця 1.8.35» Випробна напруга промислової частоти вводів і прохідних ізоляторів

Номинальна напруга, кВ	Випробна напруга, кВ		
	Керамічні ізолятори, які випробовуються окремо	Апаратні вводи і прохідні ізолятори з основною керамічною або рідкою ізоляцією	Апаратні вводи і прохідні ізолятори з основною бакелітовою ізоляцією
3	25	24	21,6
6	32	32	28,8
10	42	42	37,8
15	57	55	49,5
20	68	65	58,5
35	100	95	85,5

Таблиця 1.8.36. Найбільший допустимий тангенс кута діелектричних втрат масла в маслonaповнених вводах за температури +70 °С

Конструкція вводу	Тангенс кута діелектричних втрат, %, для напруги вводів, кВ			
	110- -220		330- -500	
	Масло марки Т-750	Масло інших марок	Масло марки Т-750	Масло інших марок
Маслобар'єрний		7		7
Паперово-масляний:				
негерметичний	5	7	3	5
герметичний	5	7	3	5

ФАРФОРОВІ ПІДВІСНІ ТА ОПОРНІ ІЗОЛЯТОРИ

1.8.32. Фарфорові підвісні та опорні ізолятори випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

Для опорно-стрижневих ізоляторів випробування підвищеною напругою промислової частоти не обов'язкове.

Електричні випробування скляних підвісних ізоляторів не проводяться. Контроль їхнього стану здійснюється шляхом зовнішнього огляду.

1. Вимірювання опору ізоляції підвісних і багатоелементних ізоляторів. Проводиться мегомметром на напругу 2,5 кВ тільки за позитивних температур навколишнього повітря. Перевірку ізоляторів слід проводити безпосередньо перед їх установленням у розподільчих установках і на лініях електропередавання. Опір ізоляції кожного підвісного ізолятора або кожного елемента штирового ізолятора має бути не меншим ніж 300 МОм.

2. Випробування підвищеною напругою промислової частоти:

а) опорних одноелементних ізоляторів. Для цих ізоляторів внутрішньої і зовнішньої установок значення випробної напруги наводяться в табл. 1.8.37.

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв;

б) опорних багатоелементних і підвісних ізоляторів. Нововстановлювані штирові та підвісні ізолятори слід випробовувати напругою 50 кВ, яка прикладається до кожного елемента ізолятора.

Таблиця 1.8.37. Випробна напруга опорних одноелементних ізоляторів

Випробовувані ізолятори	Випробна напруга, кВ, для номінальної напруги електроустановки, кВ					
	3	6	10	15	20	35
Ізолятори, які випробовуються	25	32	42	57	68	100
Ізолятори, установлені в ланцюгах шин і апаратів	24	32	42	55	65	95

Тривалість прикладення нормованої випробної напруги для ізоляторів, у яких основною ізоляцією є тверді органічні матеріали, 5 хв, для керамічних ізоляторів -1 хв.

ТРАНСФОРМАТОРНЕ МАСЛО

1.8.33. Трансформаторне масло на місці монтажу устаткування випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Аналіз масла перед заливанням в устаткування. Кожна партія свіжого трансформаторного масла, яке надійшло з заводу, має перед заливанням в устаткування піддаватися однократним випробуванням за показниками, наведеними в табл. 1.8.38, крім п. 3. Значення показників, отримані під час випробувань, мають бути не гіршими від наведених у табл. 1.8.38.

Масла, виготовлені за технічними умовами, не зазначеними в табл. 1.8.38, мають піддаватися випробуванням за тими самими показниками, але норми випробувань слід приймати відповідно до технічних умов на ці масла.

Таблиця 1.8.38. Граничні допустимі значення показників якості трансформаторного масла

Показник якості масла	Свіже сухе масло перед заливанням в устаткування				Масло безпосередньо після заливання в устаткування				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Електрична міцність масла, кВ, яка визначається в стандартній посудині, для трансформаторів та ізоляторів напругою: -до 15 кВ	30	30	30			25	25	25	
- понад 15 до 35 кВ	35	35	35		-	30	30	30	-
- від 60 до 220 кВ	45	45	45		-	40	40	40	-
- від 330 до 500 кВ	55	-	55		55	50	50	50	50
2. Вміст механічних домішок	Відсутній (візуально)								
3. Вміст зваженого вугілля в трансформаторах і	Відсутній								
4. Кислотне число, міліграм КОН на 1 г масла, не більше	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01
5. Реакція водної витяжки	Нейтральна								
6. Температура спалаху, °С, не нижче ніж	135	150	135	135	135	150	135	135	135

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7. Кінематична в'язкість, $1 \cdot 10^6$ м ² /с, не більше ніж: - за температури 20 °С - за температури 50 °С	9,0	28 9,0	30 9,0	9,0		-		
8. Температура застигання, °С, не вище ¹ ніж	-45	-45	-45	-53	-	-	-	-
9. Натрова проба, бали, не більше ніж	1	1	1	1	-	-	-	-
10. Прозорість при +5 °С	Прозоре							
11. Загальна стабільність проти окислення (за ГОСТ 981-75*): після окислення, %, не більше ніж - кислотне число окисленого масла, міліграм КОН на 1 г масла, не більше	0,01 0,1	Від сут ній 0,1	0,03 0,03	Від- сут ній 0,03	-	-	-	-
12. Тангенс кута діелектрич- них втрат, %, не більше ² : - за температури 20 °С - за температури 70 °С - за температури 90 °С	0,2 1,5	0,2 2,0	0,05 0,7 1*5	0,3 0,5	0,4 2,0	0,4 2,5	0,1 1,0 2,0	0,5 0,7
Перевірка не обов'язкова для трансформаторів, установлених у районах з помірніш кліматом. Відсутній ² Норми тангенса кута діелектричних втрат масла в маслонаповнених вводах див. у табл. 1.8.36.								

2. Аналіз масла перед увімкненням устаткування. Масло, яке відбирається з устаткування перед його увімкненням під напругою після монтажу, подається скороченому аналізу в обсязі, передбаченому пп. 1-6 табл. 1.8.38, а для устаткування 110 кВ і вище, крім того, - згідно з п. 12, табл. 1.8.38.

3. Випробування масла з апаратів на стабільність у разі його змішування. У разі заливання в апарати свіжих кондиційних масел різних марок суміш перевіряється на стабільність у пропорціях змішування, при цьому стабільність суміші має бути не гіршою від стабільності одного зі змішуваних масел, яке має найменшу стабільність. Перевірка стабільності суміші масел проводиться тільки в разі змішування інгібованого і неінгібованого масел.

ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ, ВТОРИННІ КОЛА ТА ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ НАПРУГОЮ ДО 1кВ

1.8.34. Електричні апарати та вторинні кола схем захистів, керування, сигналізації та вимірювання випробовують у обсязі, передбаченому цим параграфом.

Електропроводки напругою до 1 кВ від розподільчих пунктів до електроприймачів випробовують за п. 1.

1. Вимірювання опору ізоляції. Опір ізоляції має бути не меншим за значення, наведені в табл. 1.8.39.

Таблиця 1.8.39. Найменший допустимий опір ізоляції апаратів» вторинних кіл і електропроводки до 1 кВ

Випробуваний об'єкт	Напруга мегомметра, В	Опір ізоляції, МОм	Примітка
1	2	3	4
Вторинні кола керування, захисту, вимірювання, сигналізації тощо в електроустановках напругою понад 1 кВ: - шинки оперативного струму і шинки кіл напруги на щиті керування - кожне присіднання вторинних кіл і кіл живлення приводів вимикачів і роз'єднувачів	500-1000 500-1000	10 1	Випробування проводять за від'єднаних кіл Випробування проводять зі всіма присіднаними апаратами (обмотки приводів, контактори, реле, прилади, вторинні обмотки трансформаторів струму і напруги тощо)
Вторинні кола керування, захисту, сигналізації в релеіно-контакторних схемах установок напругою до 1 кВ	500-1000	0,5	Випробування проводять зі всіма присіднаними апаратами (магнітні пускачі, контактори, реле, прилади тощо)
Кола безконтактних схем системи регулювання і керування, а також присіднані до них елементи	За даними заводу-виробника		
Кола керування, захисту і збудження машин постійного струму напругою до 1,1 кВ, присіднаних до кіл	500-1000	1	
Силові та освітлювальні електропроводки	1000	0,5	Випробування в освітлювальних проводках проводяться до вкручування ламп з присіднанням нульового проводу до корпусу світильника. Ізоляція вимірюється між проводами і щодо землі
1	2	3	4
Розподільчі установки, щити і струмопроводи напругою до 1 кВ	500-1000	0,5	Випробування проводять для кожної секції розподільчої установки

2. Випробування підвищеною напругою промислової частоти. Випробна напруга для вторинних кіл схем захисту, керування, сигналізації та вимірювання зі всіма приспудувальними апаратами (автоматичні вимикачі, магнітні пускачі, контактори, реле, прилади тощо) 1 кВ. Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 1 хв.

3. Перевірка дії максимальних, мінімальних або незалежних розчіплювачів автоматичних вимикачів. Проводиться у автоматичних вимикачах з номінальним струмом 200 А і більше. Межі дії розчіплювачів мають відповідати заводським даним.

4. Перевірка роботи автоматичних вимикачів і контакторів за зниженої та номінальної напруги оперативного струму. Значення напруги та кількість операцій під час випробування автоматичних вимикачів і контакторів багаторазовими увімкненнями і вимкненнями наведено в табл. 1.8.40.

5. Перевірка релейної апаратури. Перевірка реле захисту, керування, автоматики і сигналізації та інших пристроїв проводиться відповідно до чинних інструкцій. Межі спрацьовування реле на робочих установках мають відповідати розрахунковим даним.

6. Перевірка правильності функціонування повністю зібраних схем за різних значень оперативного струму. Всі елементи схем мають надійно функціонувати в передбаченій проектом послідовності за значень оперативного струму, наведених у табл. 1.8.41.

Таблиця 1.8.40. Випробування контакторів і автоматичних вимикачів багатократними увімкненнями і вимкненнями

Операція	Напруга оперативного струму, % номінальної	Кількість операцій
Вмикання	90	5
Увімкнення і вимкнення	100	5
Вимкнення	80	10

Таблиця 1.8.41. Напруга оперативного струму, за якого має забезпечуватися нормальне функціонування схем

Випробуваний об'єкт	Напруга оперативного струму, % номінальної	Примітка
1	2	3
Схеми захисту і сигналізації в установках напругою понад 1 кВ	80,100	—

1	2	3
Схеми керування в установках напругою понад 1 кВ: - випробування на увімкнення - те саме на вимкнення	90,100 80,100	-
Релейно-контакторні схеми в установках напругою до 1 кВ	90,100	Для простих схем кнопка - магнітний пускач перевірку роботи на зниженій напрузі не
Безконтактні схеми на логічних елементах	85,100,110	Зміна напруги проводиться на вході до блоку живлення

АКУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ

1.8.35. Закінчену монтажем акумуляторну батарею випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Вимірювання опору ізоляції. Вимірювання проводять вольтметром (внутрішній опір вольтметра має бути точно відомий, клас не нижче ніж 1).

За повністю знятого навантаження має бути виміряно напругу батареї на затискачах і між кожним із затисків та землею.

Опір ізоляції Y_x обчислюється за формулою

де - внутрішній опір вольтметра; V - напруга на затискачах батареї; U_i і U_2 - напруга між позитивним затискачем і землею та негативним затискачем і землею.

Опір ізоляції батареї має бути не меншим за зазначений нижче:

Номінальна напруга, В.....24 48 110 220
Опір, кОм.....14 25 50 100

2. Перевірка ємності відформованої акумуляторної батареї. Повністю заряджені акумулятори розряджають струмом 3- або 10-годинного режиму.

Ємність акумуляторної батареї, приведена до температури +25 °С, має відповідати даним заводу-виробника.

3. Перевірка густини температури електроліту. Густина і температура електроліту кожного елемента в кінці заряду і розряду батареї має відповідати даним заводу-виробника. Температура електроліту під час заряду має бути не вище ніж +40 °С.

4. Хімічний аналіз електроліту. Електроліт для заливання кислотних акумуляторних батарей має готуватися з сірчаної акумуляторної кислоти сорту А згідно

з ГОСТ 667-73* та дистильованої води згідно з ГОСТ 6709-72.

Вміст домішок і нелеткого залишку в розведеному електроліті має не перевищувати значень, наведених нижче;

Прозорість..... Прозора

Забарвлення згідно з колориметричним визначенням, мл 0,6

Густина, т/м³, за температури 20 °С..... 1,18

Вміст, %:

моногідрату..... 24,8

заліза.....0,006

миш'яку	0,00005
марганцю	0,00005
хлору	0,0005
оксидів азоту	0,00005
Нелеткий залишок, %	0,3
Реакція на метали, осаджувані сірководнем.....	Витримує випробування за ГОСТ 667-73*, п. 19
Речовини, що відновлюють марганцевокислий калій..	Витримує випробування за ГОСТ 667-73*, п. 18

5. Вимірювання напруги на елементах. Напруга у кінці розряду елементів, що відстають, не має відрізнятися більш ніж на 1-1,5% від середньої напруги решти елементів, а кількість елементів, що відстають, має бути не більшою ніж 5% їх загальної кількості в батареї.

ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

1.8.36. Заземлювальні пристрої випробовують у обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Перевірка елементів заземлювального пристрою. Її слід проводити шляхом огляду елементів заземлювального пристрою в межах доступності огляду. Перерізи і провідність елементів заземлювального пристрою мають відповідати вимогам цих Правил і проектним даним.

2. Перевірка ланцюга між заземлювачами і заземлювальними елементами. Слід перевірити перерізи, цілість і міцність провідників заземлення і занулення, їх з'єднань і присєднань. Не має бути обривів і видимих дефектів у заземлювальних провідниках, які з'єднують апарати з контуром заземлення. Надійність зварювання перевіряють ударом молотка.

3. Перевірка стану пробивних запобіжників в електроустановках до 1кВ. Пробивні запобіжники мають бути справними та відповідати номінальній напрузі електроустановки.

4. Перевірка кола фаза-нуль в електроустановках до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю. Перевірку слід проводити одним із способів: безпосереднім вимірюванням струму однофазного замикання на корпус або провід за допомогою спеціальних приладів; вимірюванням повного опору петлі фаза-нуль з наступним обчисленням струму однофазного замикання.

Струм однофазного замикання на корпус або нульовий провід має забезпечувати надійне спрацьовування захисту з урахуванням коефіцієнтів, наведених у відповідних розділах цих Правил.

5. Вимірювання опору заземлювальних пристроїв. Значення опору мають задовольняти значення, наведеш у відповідних розділах цих Правил.

СИЛОВІ КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ

1.8.37. Силкові кабельні лінії напругою до 1 кВ випробовують згідно з пп.

1,2, 7,13, напругою понад 1 кВі до 35 кВ - згідно з пп. 1-3,6, 7,11,13, напругою 110 кВ і вище - у повному обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Перевірка цілості і фазування жил кабелю. Перевіряються цілість і збіг позначень фаз жил кабелю, що підключаються.

2. Вимірювання опору ізоляції. Проводиться мегомметром на напругу 2,5 кВ. Для силових кабелів до 1 кВ опір ізоляції повинен бути не менше ніж 0,5 МОм. Для силових кабелів понад 1 кВ опір ізоляції не нормується.

Вимірювання слід проводити до і після випробування кабелю підвищеною напругою.

3. Випробування підвищеною напругою випрямленого струму¹. Силові кабелі понад 1 кВ випробовуються підвищеною напругою випрямленого струму.

Значення випробної напруги і тривалість прикладення нормованої випробної напруги наведено в табл. 1.8.42.

У процесі випробування підвищеною напругою випрямленого струму звертають увагу на характер зміни струму витоку.

Кабель вважається таким, що витримав випробування, якщо не відбулося пробою, не було кованих розрядів і поштовхів струму витоку або його наростання після того, як він досяг сталого значення.

4. Випробування підвищеною напругою промислової частоти¹. Допускається проводити для ліній 110-220 кВ замість випробування випрямленим струмом; значення випробної напруги: для ліній 110 кВ-220 кВ (130 кВ щодо землі); для ліній 220 кВ-500 кВ (288 кВ щодо землі). Тривалість прикладення нормованої випробної напруги 5 хв.

5. Визначення активного опору жил. Проводиться для ліній 35 кВ і вище. Активний опір жил кабельної лінії постійному струму, приведений до 1 мм² перерізу, 1 м довжини і температури +20 °С, має бути не більше ніж 0,0179 Ом для мідної жили і не більше ніж 0,0294 Ом для алюмінієвої жили.

6. Визначення електричної робочої ємності жил. Проводиться для ліній 35 кВ і вище. Виміряна ємність, приведена до питомих величин, не повинна відрізнятися від результатів заводських випробувань більш ніж на 5%.

7. Вимірювання розподілу струму по одножилних кабелях. Нерівномірність у розподілі струмів на кабелях не повинна бути більше ніж 10%.

8. Перевірка захисту від блукливих струмів. Проводиться перевірка дії встановлених катодних захистів.

9. Випробування на наявність нерозчиненого повітря (просочувальне випробування). Проводиться для маслонаповнених кабельних ліній 110-220 кВ. Вміст нерозчиненого повітря в маслі повинен бути не більше ніж 0,1%.

10. Випробування підживлювальних агрегатів і автоматичного підігріву кінцевих муфт. Проводиться для маслонаповнених кабельних ліній 110-220 кВ.

Таблиця 1.8.42. Випробна напруга випрямленого струму для силових кабелів

Ізоляція і марка кабелю	Випробна напруга, кВ, для кабелів на робочу напругу, кВ								Тривалість випробування, хв.
	2	3	6	10	20	35	110	220	
Паперова	12	18	36	60	100	175	300	450	10
Гумова марок ГТП, КШЕ, КШВГ, КШВГЛ, КШЕГЛ	-	6	12						5
Пластмасова	-	15							10

¹ Тут доцільно застосовувати методи випробувань згідно з СОУ-Н ЕЕ 20.304:2009. «Норми випробування силових кабельних ліній напругою до 500 кВ».

11. Контроль стану антикорозійного покриття. Проводиться для сталевих трубопроводу маслонаповнених кабельних ліній 110-220 кВ.

12. Перевірка характеристик масла. Проводиться для маслонаповнених кабельних ліній 110-220 кВ. Відбір проб слід проводити з усіх елементів лінії.

Проби масла марки 0220, які відбираються через три доби після заливання, мають задовольняти вимогам табл. 1.8.43.

Проби масла марки МН-3, що відбираються з ліній низького і високого тиску через п'ять діб після заливання, мають задовольняти вимогам табл. 1.8.43.

13. Вимірювання опору заземлення. Проводиться на лініях усієї напруги для окінцевань, а на лініях 110-220 кВ, крім того, для металевих конструкцій кабельних колодязів і підживлювальних пунктів.

Таблиця 1.8.43. Граничні значення показників якості масла кабельних ліній

Показник масла	Норми для масла марки	
	С-220	МН-3
Електрична міцність, кВ/см, не менше	180	180
Тангенс кута діелектричних втрат за температури +100 °С, %, не більше	0,005	0,008
Кислотне число, міліграм КОН на 1 г масла, не	0,02	0,02
Ступінь дегазації, %, не більше	0,5	1,0

ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ

1.8.38. Повітряні лінії електропередавання випробовують в обсязі, передбаченому цим параграфом.

1. Перевірка ізоляторів. Проводиться згідно з 1.8.32.

2. Перевірка з'єднань проводів. Її слід проводити шляхом зовнішнього огляду і вимірювання падіння напруги або опору.

Опресовані з'єднання проводів бракують, якщо:

- сталевий сердечник розташований несиметрично;
- геометричні розміри (довжина і діаметр опресованої частини) не відповідають вимогам інструкції з монтажу з'єднувальних затискачів даного типу;

- на поверхні з'єднувача або затискача є тріщини, сліди значної корозії та механічних пошкоджень;

- падіння напруги або опір на ділянці з'єднання (з'єднувачі) більш ніж у 1,2 раза перевищує падіння напруги або опір на ділянці проводу тієї ж довжини (випробування проводиться вибірково на 6-10% з'єднувачів);

- кривизна опресованого з'єднувача перевищує 3% його довжини, сталевий сердечник опресованого з'єднувача розташований несиметрично.

Зварні з'єднання бракують, якщо:

- сталося перепалення повиву зовнішнього проводу або виявлено порушення зварювання під час перегинання з'єднаних проводів;

- усадкова раковина в місці зварювання має глибину, більшу ніж 1/3 діаметра проводу, а для сталевих алюмінієвих проводів перерізом 150-600 мм² - глибину більшу ніж 6 мм;

- падіння напруги або опір перевищує більш ніж у 1,2 раза падіння напруги або опір на ділянці проводу такої самої довжини.

3. Вимірювання опору заземлення опор, їх відтяжок і тросів. Проводиться відповідно до 1.8.36.

ГЛАВА 1.9
ЗОВНІШНЯ ІЗОЛЯЦІЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК



МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

НАКАЗ

4

жовтня 2006 р.
№367

м.Київ

Про затвердження та введення в дію нормативного документа
«Правила улаштування електроустановок. Розділ 1. Загальні правила.
Глава 1.9. Зовнішня ізоляція електроустановок»

З метою підвищення надійності роботи електричних мереж і розподільчих установок підстанцій та з метою введення в дію розділу 1 глави 1.9 Правил улаштування електроустановок (ПУЕ)

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити і ввести в дію нормативний документ «Правила улаштування електроустановок. Розділ 1. Загальні правила. Глава 1.9. Зовнішня ізоляція електроустановок» (далі - ПУЕ. Р.1. Гл. 1.9), який набирає чинності через 60 днів з дати підписання цього наказу (додається).

2. Госпрозрахунковому підрозділу «Науково-інженерний енерго-сервісний центр» інституту «Укрсільенергопроект» (Білоусов В.І.) внести ПУЕ. Р.1. Гл. 1.9 до реєстру та комп'ютерного банку даних чинних нормативних документів Мін-паливенерго.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» забезпечити видання і надходження необхідної кількості примірників ПУЕ. Р. 1. Гл. 1.9 до енергетичних компаній та підприємств відповідно до їх замовлень і фактичної оплати.

4. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра палива та енергетики України Шеберстова О.М.

Міністр

Ю. Бойко

ЗАТВЕРДЖЕНО
наказом
МінпаливенергоУкраїни
від 4 жовтня 2006 р. № 367

ГЛАВА 1.9 ЗОВНІШНЯ ІЗОЛЯЦІЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ

1.9.1. Ця глава Правил визначає порядок вибору зовнішньої ізоляції діючих, споруджуваних і реконструйованих електроустановок змінного струму номінальною напругою 6-750 кВ незалежно від відомчого підпорядкування і форми власності.

1.9.2. Зовнішня ізоляція - частина ізоляційної конструкції, в якій ізолюючим середовищем є атмосферне повітря.

Рівень ізоляції - характеристика класу напруги як сукупності випробувальних напруг, установлених НД для зовнішньої ізоляції даного обладнання.

1.9.3. Довжина шляху витоку ізоляції (ізолятора) або складової ізоляційної конструкції (B) - якнайменша відстань по поверхні ізолюючої деталі між металевими частинами різного потенціалу.

Ефективна довжина шляху витоку - фактично використовувана частина довжини шляху витоку під час експлуатації ізолятора або ізоляційної конструкції за умов забруднення та зволоження.

Питома ефективна довжина шляху витоку (X_e) - відношення ефективної довжини шляху витоку до найбільшої робочої міжфазової напруги мережі відповідно до класу напруг.

1.9.4. Коефіцієнт використання довжини шляху витоку (K) - коефіцієнт, що враховує ефективність використання довжини шляху витоку ізолятора або ізоляційної конструкції.

1.9.5. Ступінь забрудненості ($C3$) - характеристика забрудненої атмосфери за її впливом на роботу зовнішньої ізоляції.

1.9.6. Карта ступеня забруднення ($КСЗ$)- географічна карта, що районує територію за $C3$.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.9.7. Вибір ізоляторів або ізоляційних конструкцій зі скла та фарфору повинен визначатися згідно з питомою ефективною довжиною шляху витоку залежно від $C3$ в місці розташування електроустановки і її номінальної напруги. Вибір ізоляторів або ізоляційних конструкцій зі скла та фарфору може визначатися також згідно з розрядними характеристиками в забрудненому і зволоженому стані.

Вибір полімерних ізоляторів або конструкцій залежно від $C3$ і номінальної напруги електроустановок повинен визначатися згідно з розрядними

характеристиками в забрудненому і зволоженому стані.

Розрядні характеристики в забрудненому і зволоженому стані повинні визначатись згідно з чинними нормативними документами.

Вибір рівня ізоляції повинен визначатися з урахуванням координації ізоляції ПЛ і ВРУ за умовами грозозахисту.

1.9.8. Визначати СЗ слід згідно з КСЗ. У разі відсутності КСЗ визначати СЗ треба залежно від характеристик джерел забруднення і відстані від них до електроустановки за табл.1.9.3-1.9.20.

Поблизу промислових комплексів, а також у районах із забрудненнями від крупних промислових підприємств, ТЕС і джерел зволоження з високою електричною провідністю визначати СЗ, як правило, треба згідно з КСЗ.

1.9.9. Довжину шляху витоку гірлянд і ізоляційних конструкцій зі скла і фарфору потрібно визначати за формулою:

$$l = \frac{U}{A_e} K_i$$

A_e - питома ефективна довжина шляху витоку згідно з табл. 1.9.1, см/кВ;

U - найбільша робоча міжфазова напруга, кВ (згідно з ГОСТ 1516.3);

K_i - коефіцієнт використання довжини шляху витоку.

Довжина шляху витоку міжфазової ізоляції повинна визначатися за формулою:

$$l \geq A_{i, uk}$$

1.9.10. Залежно від умов експлуатації конфігурація ізоляційної деталі підвісних ізоляторів і виконання полімерних ізоляторів повинні відповідати вимогам табл. 1.9.25, 1.9.26.

У районах з питомими поверхневою густиною та провідністю шару забруднення, не меншими ніж відповідно 10 мг/см² і 20 мкСм, можливе використання скляних тарілчастих ізоляторів лише з термічно стійкого ізоляційного скла.

ІЗОЛЯЦІЯ ПЛ

1.9.11. Питому ефективну довжину шляху витоку підтримувальних гірлянд ізоляторів ПЛ на металевих і залізобетонних опорах залежно від СЗ і номінальної напруги (на висоті до 1000 м над рівнем моря) треба брати згідно з табл. 1.9.1.

Таблиця 1.9.1. Значення ступенів забрудненості атмосфери і нормованої питомої ефективної довжини шляху витоку підтримувальних гірлянд ізоляторів, штирових ізоляторів ПЛ на металевих і залізобетонних опорах, зовнішньої ізоляції ВРУ

СЗ	X_e , см/кВ, за номінальної напруги ПЛ, ВРУ, кВ, не менше		Питома поверхнева провідність X , мкСм, не більше
	До 35 включно	110-750	
1	1,90	1,60	5
2	2,35	2,00	10
3	3,00	2,50	20
4	3,50	3,10	30
5	4,20	3,70	50

Питому ефективну довжину шляху витоку підтримувальних гірлянд і

штирових ізоляторів ПЛ на висоті від 1000 м до 2000 м над рівнем моря треба збільшувати порівняно з нормованою в табл. 1.9.1 на 5%.

1.9.12. Ізоляційні відстані по повітрю від струмоведучих до заземлених частин опор повинні відповідати вимогам глави 2.5.

1.9.13. Кількість підвісних тарілчастих ізоляторів у підтримувальних гірляндах і в послідовному ланцюзі гірлянд спеціальної конструкції (V-подібних, A-подібних, X-подібних, ^-нодібігах та ін., складених із ізоляторів одного типу) для ПЛ на металевих і залізобетонних опорах потрібно визначати за формулою:

$$m = \frac{I}{L_i},$$

де L_i - довжина шляху витоку одного ізолятора за стандартом або технічними умовами на ізолятор конкретного типу.

Якщо розрахунок m не дає цілого числа, то вибирають наступне ціле число.

1.9.14. На ПЛ напругою 6-20 кВ з металевими та залізобетонними опорами кількість ізоляторів у натяжних і підтримувальних гірляндах потрібно визначати згідно з 1.9.13, але вона повинна бути не менше двох незалежно від матеріалу опори.

На ПЛ напругою 35-110 кВ незалежно від конструкції опори (металеві, залізобетонні, дерев'яні із заземленими кріпленнями гірлянд та ін.) кількість тарілчастих ізоляторів у натяжних гірляндах усіх типів незалежно від СЗ слід збільшувати на один ізолятор у кожній гірлянді порівняно з кількістю, одержаною за 1.9.13.

На ПЛ напругою 150-750 кВ на металевих і залізобетонних опорах кількість тарілчастих ізоляторів у натяжних гірляндах треба визначати за 1.9.13.

1.9.15. На ПЛ напругою 6-20 кВ з дерев'яними опорами або дерев'яними траверсами на металевих і залізобетонних опорах у районах зі 2 м СЗ питома ефективна довжина шляху витоку ізоляторів повинна бути не менше ніж 1,5 см/кВ.

1.9.16. У гірляндах опор великих переходів потрібно передбачати по одному додатковому тарілчастому ізолятору зі скла та фарфору на кожні 10 м висоти опори понад 40 м по відношенню до основної кількості ізоляторів нормального виконання, визначеному для гірлянд перехідних опор за СЗ в районі переходу.

1.9.17. На конструкціях висотою більше ніж 100 м у гірляндах необхідно передбачати установлення ще двох додаткових ізоляторів згідно з 1.9.13, 1.9.16. Кількість ізоляторів у гірляндах цих опор повинна бути не менша від потрібної згідно з умовами забруднення в районах переходу.

1.9.18. Вибір ізоляторів ПЛ з ізолюваними проводами повинен виконуватися згідно з 1.9.11-1.9.17.

1.9.19. Для захисту від пташиних забруднень ізоляції ПЛ 35-330 кВ незалежно від СЗ потрібно встановлювати в гірляндах першим від траверси ізолятор більшого діаметра з конічною або сферичною формою ізоляційної деталі або захисні екрани з діелектричних матеріалів.

На опорах 6-10 кВ незалежно від СЗ за наявності пташиних забруднень слід встановлювати штирові ізолятори з розвиненою боковою поверхнею.

ЗОВНІШНЯ ІЗОЛЯЦІЯ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ І ВІДКРИТИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ УСТАНОВОК

1.9.20. Питому ефективну довжину шляху витoku зовнішньої фарфорової, скляної ізоляції електроустанткування і ізоляторів ВРП напругою 6-750 кВ, а також зовнішньої частини ввoдів ЗРП залежно від СЗ і номінальної напруги на висоті до 1000 м над рівнем моря треба брати згідно табл. 1.9.1.

Питому ефективну довжину шляху витoku зовнішньої ізоляції електроустанткування і ізоляторів ВРП напругою 6-220 кВ, розташованих на висоті більш 1000 м, треба брати на висоті до 2000 м згідно з табл. 1.9.1.

1.9.21. У натяжних і підтримувальних гірляндах ВРП число тарілчастих ізоляторів слід визначати відповідно до 1.9.13, 1.9.14 з додаванням у кожен ланцюг гірлянди напругою 110-150 кВ одного ізолятора, 220-330 кВ - двох ізоляторів, 500 кВ - трьох, 750 кВ - чотирьох.

1.9.22. У випадку відсутності електроустанткування (у тому числі ізоляторів і високовольтних увoдів) із зовнішньою ізоляцією, нормованою в таблиці 1.9.1, для районів з 3-5 м СЗ, слід застосовувати ізолятори, покришки і т.д. з найбільшою довжиною шляху витoku відносно необхідної.

При цьому необхідно забезпечувати проведення профілактичних заходів з очищення, гідрофобізації зовнішньої ізоляції згідно з чинними галузевими інструкціями.

1.9.23. У районах з умовами забруднення, що перевищують 4-й СЗ, як правило, слід передбачати ЗРУ.

1.9.24. ВРП напругою 500-750 кВ, а також ВРП напругою 110, 150, 220, 330 кВ за схемами із збірними шинами, ВРП 220-330 кВ за мостовими та блочними схемами, ВРП 110-150 кВ за мостовими та блочними схемами та ВРП 35 кВ слід розташовувати в зонах із СЗ, не вищим 2-го.

1.9.25. Питома ефективна довжина шляху витoku зовнішньої ізоляції електроустанткування і ізоляторів в ЗРП напругою 110 кВ і вище повинна бути не меншою ніж 1,6 см/кВ незалежно від СЗ і наявності фільтрової вентиляції.

1.9.26. КРУЗ і КТП 6-20 кВ зовнішньої установки треба застосовувати з ізоляцією за табл. 1.9.1 у районах із СЗ, не вищим 2-го.

1.9.27. Ізолятори на всіх гнучких і жорстких зовнішніх відкритих струмопровoдів треба вибирати з питомою ефективною довжиною шляху витoku:

- для струмопроводів 6 кВ на номінальну напругу 20 кВ з $Y_e > 1,67$ см/кВ - у районах з 1-5-м СЗ;
- для струмопроводів 10 кВ на номінальну напругу 20 кВ з $Y_e > 1,67$ см/кВ - у районах з 1-3-м СЗ;
- для струмопроводів 10 кВ на номінальну напругу 35 кВ з $L_e > 1,7$ см/кВ - у районах з 4-5-м СЗ;
- для струмопроводів 15 кВ на номінальну напругу 35 кВ з $X_e > 1,7$ см/кВ - у районах з 1-5-м СЗ;
- для струмопроводів 20 і 24 кВ на номінальну напругу 35 кВ з $X_e > 2,2$ см/кВ - у районах з 1-5-м СЗ.

ВИБІР ІЗОЛЯЦІЇ ЗА РОЗРЯДНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

1.9.28. Гірлянди ПЛ напругою 6-750 кВ, зовнішня ізоляція електроустанткування-

вання та ізолятори ВРП напругою 6-750 кВ повинні мати 50% -ні розрядні напруги промислової частоти в забрудненому та зволоженому стані не нижче значень, наведених у табл. 1.9.2.

Таблиця 1.9.2. 50%-ні розрядні напруги гірлянд ПЛ 6-750кВ, зовнішньої ізоляції електроустановок та ізоляторів ВРУ 6-750 кВ у забрудненому та зволоженому стані

Номінальна напруга електроустановки, кВ	50 % -ні розрядні напруги, кВ (діючі значення)
В	8
10	13
35	45
110	110
150	150
220	220
330	315
500	460
750	685

Питому поверхневу провідність шару забруднення треба брати (не менше), мкСм: для 1-го СЗ - 5, 2-го - 10, 3-го - 20, 4-го - 30, 5-го СЗ - 50.

ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕНOSTІ АТМОСФЕРИ

1.9.29. До районів з 1-м СЗ відносяться території, що не потрапляють у зону впливу джерел промислових і природних забруднень (болота, високогірні райони, райони із слабозасоленими ґрунтами, сільськогосподарські райони).

1.9.30. У промислових районах можна застосовувати ізоляцію з більшою питомою ефективною довжиною шляху витоків, ніж нормована в таблиці 1.9.1, для 4-го СЗ - за наявності обґрунтованих даних.

1.9.31. Ступінь забруднення поблизу промислових підприємств треба визначати за табл. 1.9.3-1.9.12 залежно від вигляду і розрахункового обсягу продукції, що випускається, і відстанню до джерела забруднень.

Розрахунковий обсяг продукції визначають підсумовуванням усіх видів продукції, що випускається промисловим підприємством. СЗ в зоні викидів діючого або споруджуваного підприємства повинен визначатися за найбільшим річним обсягом продукції з урахуванням перспективного плану розвитку підприємства (не більше ніж на 10 років вперед).

1.9.32. Ступінь забруднення поблизу ТЕС і промислових котелень треба визначати за табл. 1.9.13 залежно від виду палива, потужності станції і висоти димових труб з урахуванням рози вітрів.

1.9.33. Межі зони з даним СЗ слід коригувати з урахуванням рози вітрів за формулою:

де Я - відстань від межі джерела забруднення до межі району з даним СЗ, скоригована з урахуванням рози вітрів, м;

- нормована відстань від межі джерела забруднення до межі району з даним СЗ за кругової рози вітрів, м;

ТУ - середньорічна повторюваність вітрів даного румба, %;

- повторюваність вітрів одного румба за кругової рози вітрів, %.

Значення S/S_0 повинні бути в межах $0,5 < S/S_0 < 2$.

1.9.34. У разі відліку відстаней за табл. 1.9.3-1.9.13 межею джерела забруднення є крива, що огинає всі місця викидів у атмосферу на даному підприємстві (ТЕС).

1.9.35. У разі перевищення потужності ТЕС порівняно із зазначеними в табл. 1.9.13 слід збільшувати СЗ не менше ніж на один ступінь.

1.9.36. Обсяг продукції, що випускається, за наявності на одному підприємстві декількох джерел забруднення (цехів), потрібно визначати підсумовуванням обсягів продукції окремих цехів. Якщо джерело викиду забруднюючих речовин окремих виробництв (цехів) розташоване від інших джерел викиду підприємства на відстані, більшій ніж 1000 м, річний обсяг продукції треба визначати для цих виробництв і частини решти підприємства окремо. У цьому випадку розрахунковий СЗ слід визначати згідно з 1.9.43.

1.9.37. Якщо на одному промисловому підприємстві випускають продукцію кількох галузей (або підгалузей) промисловості, зазначених у табл. 1.9.3-1.9.12, то СЗ слід визначати згідно з 1.9.43.

1.9.38. Ступінь забруднення поблизу відвалів матеріалів, складських будівель і споруд, каналізаційно-очисних споруд слід визначати за табл. 1.9.14.

1.9.39. Ступінь забруднення поблизу автодоріг з інтенсивним використанням у зимовий час хімічних протижеледних засобів слід визначати за табл. 1.9.15.

Таблиця 1.9.3. СЗ поблизу хімічних підприємств і виробництв

Розрахунковий обсяг продукції, що випускається, тис. т/рік	СЗ за відстані від джерела забруднення, м							
	До 500	Від 500 до 1000	Від 1000 до 1500	Від 1500 до 2000	Від 2000 до 2500	Від 2500 до 3000	Від 3000 до 5000	Більше 5000
До 10	1	1	1	1	1	1	1	1
Від 10 до 500	2	1	1	1	1	1	1	1
Від 500 до 1500	3	2	1	1	1	1	1	1
Від 1500 до 2500	3	3	2	1	1	1	1	1
Від 2500 до 3500	4	3	3	2	2	1	1	1
Від 3500 до 5000	5	4	3	3	3	2	2	1

Таблиця 1.9 А. СЗ поблизу нафтопереробних і нафтохімічних підприємств і виробництв

Підгалузь	Розрахунковий обсяг продукції що випускається, тис. т/рік	СЗ за відстані від джерела забруднення, м					
		До 500	від 500 до 1000	від 1000 до 1500	від 1500 до 2000	від 2000 до 3500	більше 3500
Нафтопереробний завод	До 1000	1	1	1	1	1	1
	Від 1000 до 5000	2	1	1	1	1	1
	Від 5000 до 9000	3	2	1	1	1	1
	Від 9000 до 18000	3	3	2	1	1	1
Нафтохімічний завод або комбінат	До 5000	3	2	1	1	1	1
	Від 5000 до 10000	3	3	2	1	1	1
	Від 10000 до 15000	4	3	3	2	1	1
Завод синтетичного каучуку	До 50	1	1	1	1	1	1
	Від 50 до 150	2	1	1	1	1	1
	Від 150 до 500	3	2	1	1	1	1
	Від 500 до 1000	3	3	2	1	1	1
Завод гумотехнічних виробів	До 100	1	1	1	1	1	1
	Від 100 до 300	2	1	1	1	1	1

Таблиця 1.9.5. СЗ поблизу підприємств з виробництва газів і перероблення нафтового газу

Підгалузь	Розрахунковий обсяг продукції, що випускається	СЗ за відстані від джерела забруднення, м		
		до 500	від 500 до 1000	більше 1000
Виробництво газів	Незалежно від	2	1	1
Перероблення нафтового газу	Незалежно від	3	2	1

Таблиця 1.9.6. СЗ поблизу підприємств з виробництва целюлози і паперу

Підгалузь	Розрахунковий обсяг продукції, що випускається, тис. т/рік	СЗ за відстані від джерела забруднення, м			
		до 500	від 500 до 1000	від 1000 до 1500	більше 1500
Виробництво целюлози і напівцелюлози	До 75	1	1	1	1
	Від 75 до 150	2	1	1	1
	Від 150 до 500	3	2	1	1
	Від 500 до 1000	4	3	2	1
Виробництво паперу	Незалежно від обсягу	1	1	1	1

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА

Таблиця 1.9.7. СЗ поблизу підприємств і виробництв чорної металургії

Підгалузь	Розрахунковий обсяг продукції, що випускається, тис. т/рік	СЗ за відстані від джерела забруднення, м					
		До 50	від 50 до 100	від 100 до 150	від 150 до 200	від 200 до 250	більше 250
Виробництво чавуну і сталі	До 1500	2	1	1	1	1	1
	Від 1500 до 7500	2	2	2	1	1	1
	Від 7500 до 12000	3	2	2	2	1	1
Гірничо-зба- гачувальний комбінат	До 2000	1	1	1	1	1	1
	Від 2000 до 5500	2	1	1	1	1	1
	Від 5500 до 10000	3	2	1	1	1	1
	Від 10000 до 13000	3	3	2	1	1	1
Коксохім- виробництво	До 5000	2	2	2	2	2	1
	Від 5000 до 12000	3	2	2	2	2	1
Виробництво феросплавів	До 500	1	1	1	1	1	1
	Від 500 до 700	2	2	1	1	1	1
	Від 700 до 1000	3	3	2	1	1	1
Виробництво магnezійних	Незалежно від обсягу	3	2	2	2	1	1
Прокат і об- роблення ча- вуну та сталі	Те саме	2	1	1	1	1	1

1.9.40. Ступінь забруднення в побережній зоні морів, солоних озер і водоймищ треба визначати за табл. 1.9.16 залежно від засоленості води і відстані до берегової лінії. Розрахункову солоність води визначають за гідрологічними картами як максимальне значення засоленості поверхневого шару води в зоні до 10 км углиб акваторії. СЗ над поверхнею засолених водоймищ слід брати на один ступінь вище, ніж у табл. 1.9.16 для зони до 0,4 км.

1.9.41. У районах, схильних до вітрів із швидкістю, більшою ніж 30 м/с, з боку моря (періодичністю не рідше одного разу в 10 років) відстані від берегової лінії, наведені в табл. 1.9.16, слід збільшувати в три рази.

Для водоймищ площею 1000-10000 м² і менше СЗ допускається знижувати на один ступінь порівняно з даними табл. 1.9.16.

1.9.42. Ступінь забруднення поблизу градирень або бризкальних басейнів треба визначати за табл. 1.9.17, якщо питома провідність циркуляційної води менша ніж 1000 мкСм/см, і за табл. 1.9.18, якщо питома провідність становить від 1000 мкСм/см до 3000 мкСм/см.

1.9.43. Розрахунковий СЗ у зоні забруднень від двох незалежних джерел, визначений з урахуванням рози вітрів, слід визначати за табл. 1.9.19 незалежно від виду промислового або природного забруднення.

Таблиця 1.9Я. СЗ поблизу підприємств і виробництв кольорової металургії

Підгалузь	Розрахунковий обсяг продукції, що випускається,	СЗ за відстані від джерела забруднення, м						
		До 50	Від 50 до 100	від 100 до 150	від 150 до 200	від 200 до 250	від 250 до 300	більше
Виробництво алюмінію	До 100	1	1	1	1	1	1	1
	Від 100 до 500	2	2	1	1	1	1	1
	Від 500 до 1000	3	3	2	2	1	1	1
	Від 1000 до 2000	3	3	3	2	2	1	1
Виробництво нікелю	Від 1 до 5	1	1	1	1	1	1	1
	Від 5 до 25	2	2	1	1	1	1	1
	Від 25 до 1000	3	2	2	1	1	1	1
Виробництво рідкісних металів	Незалежно від обсягу	5	4	3	3	2	2	1
Виробництво цинку	Те саме	3	2	1	1	1	1	1
Виробництво і оброблення кольорових металів		2	1	1	1	1	1	1

Таблиця 1.9.9. СЗ поблизу підприємств з виробництва будівельних матеріалів

Підгалузь	Розрахунковий обсяг продукції, що випускається, тис. т/рік	СЗ за відстані від джерела забруднення, м						
		до 250	від 250 до 500	від 500 до 1000	від 1000 до 1500	від 1500 до 2000	від 2000 до 3000	більше 3000
Виробництво цементу	До 100	1	1	1	1	1	1	1
	Від 100 до 500	2	2	1	1	1	1	1
	Від 500 до 1500	3	3	2	1	1	1	1
	Від 1500 до 2500	3	3	3	2	1	1	1
	Від 2500 до 3500	4	4	3	3	2	1	1
	Від 3500	5	5	4	3	3	2	1
Виробництво азбесту та	Незалежно від обсягу	3	2	1	1	1	1	1
Виробництво бетонних виробів та	Те саме	2	1	1	1	1	1	1

Таблиця 1.9.10. СЗ поблизу машинобудівних підприємств і виробництв

Розрахунковий обсяг продукції, що випускається	СЗ за відстані від джерела забруднення, м	
	до 500	більше 500
Незалежно від обсягу	2	1

Таблиця 1.9.11. СЗ поблизу підприємств легкої промисловості

Підгалузь	Розрахунковий обсяг продукції, що випускається	СЗ за відстані від джерела забруднення, м		
		до 250	від 250 до 500	більше 500
Оброблення тканин	Незалежно від обсягу	3	2	1
Виробництво штучних шкір і плівкових матеріалів	Те саме	2	1	1

Таблиця 1.9.12. СЗ поблизу підприємств з видобування руди і нерудних копалин

Підгалузь	Розрахунковий обсяг продукції, що випускається	СЗ за відстані від джерела забруднення, м		
		до 250	від 250 до 500	більше 500
Залізняка та ін.	Незалежно від обсягу	2	1	1
Вугілля*	Те саме	3	2	1

* Розповсюджується на визначення СЗ поблизу терикона

Таблиця 1.9.13. СЗ поблизу ТЕС і промислових котелень

Вид палива	Потужність МВт	Висота димової труби, м	СЗ за відстані від джерела забруднення, м					
			до 250	від 250 до 500	від 500 до 1000	від 1000 до 1500	від 1500 до 3000	більше 3000
ТЕС і котельня на вугіллі за зольності, меншої ніж 20%	Незалежно від потужності	Будь-яка	1	1	1	1	1	1
ТЕС і котельня на вугіллі за зольності, більшої ніж 20%	До 1000	Будь-яка	1	1	1	1	1	1
	Від 1000 до 4000	До 180	2	2	2	1	1	1
		Від 180	2	2	1	1	1	1
ТЕС і котельня на сланцях	До 500	Будь-яка	3	2	2	2	1	1
	Від 500 до 2000	До 180	4	3	2	2	2	1
		Від 180	3	3	2	2	2	1

Таблиця 1.9.14. СЗ поблизу відвалів матеріалів, складських будівель і споруд, каналізаційно-очисних споруд

СЗ за відстані від джерела забруднення, м		
до 200	від 200 до 600	більше 600
3	2	1

Таблиця 1.9.15. СЗ поблизу автодоріг з інтенсивним використанням у зимовий період хімічних протіжеледних засобів

СЗ за відстані від автодоріг, м		
до 25	від 25 до 100	більше 100
3	2	1

Таблиця 1.9.16. СЗ у прибережній зоні морів і озер площею, більшою ніж 10000 м²

Тип водоймища	Розрахункова засоленість води, г/л	Відстань від берегової лінії, км	СЗ
Незасолене	До 2	До 0,1	1
Слабозасолене	Від 2 до 10	До 0,1	2
		Від 0Д до 1,0	1
Середньозасолене	Від 10 до 20	До 0,1	3
		Від 0,1 до 1,0	2
		Від 1,0 до 5,0	1

Таблиця 1.9.17. СЗ поблизу градирень і бризкальних басейнів з питомою провідністю циркуляційної води, меншою ніж 1000 мкСм/см

СЗ району	Відстань від градирень (бризкального басейну), м	
	до 150	більше 150
1	2	1
2	3	2
3	4	3
4	5	4

Таблиця 1.9.18. СЗ поблизу градирень і бризкальних басейнів з питомою провідністю циркуляційної води від 1000 до 3000 мкСм/см

СЗ району	Відстань від градирень (бризкального басейну), м		
	до 150	від 150 до 600	більше 600
1	3	2	1
2	4	3	2
3	5	4	3
4	5	5	4

Таблиця 1.9.19. Розрахунковий СЗ у разі забруднень від двох незалежних джерел

СЗ у разі забруднення від першого джерела	СЗ у разі забруднення від другого джерела			
	2	3	4	5
	Розрахунковий СЗ			
2	2	3	4	5
3	3	5	5	
4	4	5	5	
5	5			

Таблиця 1.9.20. СЗ залежно від відстані від масивів засолених ґрунтів

Позначення масивів (вміст водорозчинних солей більший ніж 1,5 %)	Відстань від масивів засолених			дітів, км
	посеред масиву	0-5	більше 5-10	більше 10
Середньозасолені (дефелюючі, недефелюючі), Сильнозасолені	2	2	1	1
Сильно засолені (дефелюючі), Дуже сильно засолені (недефелюючі)	2	2	2	1
Дуже сильно засолені (дефелюючі)	3	2	2	1

КОЕФІЦІЄНТИ ЕФЕКТИВНОСТІ ІЗОЛЯТОРІВ ТА ІЗОЛЯЦІЙНИХ КОНСТРУКЦІЙ (СКЛЯНИХ, ФАРФОРОВИХ)

1.9.44. Коефіцієнти ефективності підвісних тарілчастих ізоляторів із слабкорозвиненою нижньою поверхнею ізоляційної деталі слід вибирати залежно від відношення довжини шляху витoku ізолятора до діаметра $I >$ його ізоляційної деталі згідно з табл. 1.9.21.

Таблиця 1.9.21. Коефіцієнти ефективності ізоляторів із слабкорозвиненою поверхнею

Конфігурація ІД	Відношення $I > / B$	
З ребристою нижньою поверхнею	Від 0,9 до 1,05 включно	1,00
	Понад 1,05 до 1,10 включно	1,05
	Понад 1,10 до 1,20 включно	1,10
	Понад 1,20 до 1,30 включно	1,15
	Понад 1,30 до 1,40 включно	1,20
Зі сферичною або конусо подібною поверхнею		1,0 (1 СЗ) 0,9 (2- 3 СЗ)

1.9.45. Коефіцієнти ефективності підвісних тарілчастих ізоляторів спеціального виконання слід вибирати згідно з табл. 1.9.22.

ГЛАВА 1.9 Зовнішня ізоляція елеїстроустановок

Таблиця 1.9.22. Коефіцієнти ефективності ізоляторів спеціального виконання

Конфігурація ІД	я,
Двокрилий	1,20
Із збільшеним вильотом ребра на нижній поверхні	1,25
Дзвоноподібний з гладенькою внутрішньою і ребристою зовнішньою поверхнями	1,15

1.9.46. Коефіцієнт ефективності штирових ізоляторів (лінійних, опорних) із слабкорозвиненою поверхнею дорівнює 1,0, із сильнорозвиненою поверхнею -1,1.

1.9.47. Коефіцієнти ефективності зовнішньої ізоляції електроустановки зовнішнього установлення, виконаної у вигляді поодиноких ізоляційних конструкцій, зокрема опорних ізоляторів зовнішньої установки на номінальну напругу до 110 кВ включно, підвісних ізоляторів стрижньовоготипу на номінальну напругу 110 кВ, слід визначати залежно від відношення довжини шляху витоку до будівельної висоти Н ізолятора (табл. 1.9.23).

1.9.48. Коефіцієнт ефективності одноланцюгових гірлянд і поодиноких опорних колонок, складених із ізоляторів з коефіцієнтами K_n і K_{i2} , визначають за формулою:

$$\hat{\quad} \quad \underline{\underline{C + b_2}}$$

де B_1 і B_2 - довжини шляху витоку ділянок конструкцій із ізоляторів відповідного типу.

Аналогічно визначають коефіцієнт ефективності для конструкцій вказаного вигляду за кількості різних типів ізоляторів, більшої ніж два.

Таблиця 1.9.23. Коефіцієнти ефективності зовнішньої ізоляції, виконаної у вигляді поодиноких ізоляційних конструкцій

Відношення B/H	
До 2,0 включно	1,0
Понад 2,0 до 2,30 включно	1,10
Понад 2,30 до 2,70 включно	1,20
Понад 2,70 до 3,20 включно	1,30
Понад 3,20 до 3,50 включно	1,40

1.9.49. Коефіцієнт ефективності ізоляційних конструкцій, складених з однотипних ізоляторів, слід визначати за формулою:

$$K = K \cdot K_k ,$$

де K_k - коефіцієнт ефективності складової конструкції з паралельними або послідовно-паралельними гілками.

1.9.50. Коефіцієнт ефективності E_k одноланцюгових гірлянд і одностоякових опорних колонок, складених з однотипних ізоляторів, дорівнює 1,0.

1.9.51. Коефіцієнт ефективності K_k складових конструкцій з електрично

паралельними гілками (без перемичок), складеними з однотипних елементів (дволанцюгових і багатоланцюгових підтримувальних і натяжних гірлянд, багатостоякових колонок (гілок), слід визначати згідно з табл. 1.9.24.

За кількості паралельних гілок, більшої ніж 5, а також для конструкцій з перемичками значення коефіцієнта K_k слід визначати за наслідками досліджень або розрахунків.

1.9.52. Коефіцієнт ефективності складових конструкцій з послідовно-паралельними гілками (гірлянд типу Γ^* або \wedge , опірних колонок з різним числом паралельних гілок на висоті, а також апаратів підстанцій з розтяжками), складеними з ізоляторів одного типу, слід брати таким, що дорівнює 1,1.

1.9.53. Рекомендовані сфери застосування підвісних ізоляторів різної конфігурації наведено в табл. 1.9.25.

Таблиця 1.9.24. Коефіцієнт ефективності складових конструкцій

Кількість паралельних гілок	
1	1,00
2	1,05
3-5	1,10

Таблиця 1.9.25. Сфери застосування підвісних ізоляторів

Конфігурація ІД	Характеристика району забруднення
Тарілчастий зі слаборозвиненою нижньою ребристою поверхнею ($B/2 < 1,4$)	Район з 1-2-м СЗ за будь-яких видів забруднення
Тарілчастий аеродинамічний ($B/0 < 1,4$)	Район з 1-2-м СЗ за будь-яких видів забруднення, район із засоленими ґрунтами і з промисловими забрудненнями, які не перевищують 3-го СЗ
Тарілчастий двокрилий ($b, m > 1,4$)	Райони з 2-5-м СЗ з промисловими забрудненнями і засоленими ґрунтами
Тарілчастий з витягнутим ребром на нижній поверхні ($D/2 > 1,4$)	Райони з 2-5-м СЗ на узбережжі морів і солоних озер

1.9.54. Залежно від умов експлуатації за СЗ і видів забруднень виконання полімерних ізолюючих конструкцій потрібно вибирати з урахуванням рекомендацій табл. 1.9.26.

ГЛАВА 1.9 Зовнішня ізоляція елеїстроустановок

Таблиця 1.9.26. Рекомендовані виконання лінійних полімерних ізоляторів для різних видів забруднень

Характеристика району за СЗ і видом забруднення	Рекомендоване виконання ізоляторів
Район 1-го СЗ за будь-яких видів забруднень	Ізолятор з індексом 2 або 3
Район 1-2-го СЗ: - підприємство з видобування корисних копалин; - із засоленими ґрунтами без промислових забруднень	Ізолятор з індексом 2, 3
Район 2-3-го СЗ: - із засоленими ґрунтами і промисловими забрудненнями; - відвал матеріалів, що порожать (шлаковідвал та ін.), територія ТЕС хімічного виробництва	Ізолятор з індексом 2, 3 або 4
Район 4-го СЗ на узбережжі морів, засолених водоймищах без промислових забруднень	Ізолятор з індексом 4
Район 3-5-го СЗ: - цементне виробництво без викидів із засолених водоймищ і ґрунтів; - нафтопереробне, хімічне виробництво; ТЕС	Ізолятор з індексом 5
Район 3-5-го СЗ: - чорна і кольорова металургія; - виробництво цементу поблизу морів і засолених водоймищ	Те саме

РОЗДІЛ 2

ПЕРЕДАВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Глави 2.1-2.2. ПУЕ-86 (шосте видання, перероблене і доповнене).
Міністерство енергетики і електрифікації СРСР, 1986 р.

Глава 2.3. Кабельні лінії напругою до 330 кВ.
Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України від 13.03.2009 р. №144.

Глава 2.4. Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ.
Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України від 05.01.2006 р. № 3. Із змінами та доповненнями, внесеними наказом Міністерства палива та енергетики України від 29.12.2006 р. № 541, наказом Міністерства палива та енергетики України від 10.10.2008 р. № 500 та наказом Міністерства палива

та енергетики України від
05.05.2009 р. № 231.

Глава 2.5. Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ.

Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України від 05.01.2006 р. №3. Із змінами та доповненнями, внесеними наказом Міністерства палива та енергетики України від 29.12.2006 р. № 541, наказом Міністерства палива та енергетики України від 10.10.2008 р. № 500 та наказом Міністерства палива та енергетики України від 05.05.2009 р. № 231.

ГЛАВА 2.1 ЕЛЕКТРОПРОВОДКА

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

2.1.1. Ця глава Правил поширюється на електропроводку силових, освітлювальних і вторинних кіл напругою до 1 кВ змінного і постійного струму, які виконуються всередині будівель і споруд, на зовнішніх їх стінах, територіях підприємств, установ, мікрорайонів, дворів, присадибних ділянок, на будівельних майданчиках із застосуванням ізольованих установлювальних проводів усіх перерізів, а також неброньованих силових кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією в металевій, гумовій або пластмасовій оболонці з перерізом фазних жил до 16 мм² (за перерізу понад 16 мм² - див. гл. 2.3).

Лінії, які виконуються неізольованими проводами всередині приміщень, мають відповідати вимогам, наведеним у гл. 2.2, поза будівлями - у гл. 2.4.

Відгалуження від ПЛ до вводів (див. 2.1.6 і 2.4.2), які виконуються із застосуванням ізольованих або неізольованих проводів, мають споруджуватися з дотриманням вимог гл. 2.4, а відгалуження, які виконуються із застосуванням проводів (кабелів) на несучому тросі, - відповідно до вимог цієї глави.

Кабельні лінії, прокладені безпосередньо в землі, мають відповідати вимогам, наведеним у гл. 2.3.

Додаткові вимоги до електропроводки наведено в гл. 1.5, 3.4, 5.4, 5.5 і в розд. 7 \

2.1.2. Електропроводкою називається сукупність проводів і кабелів з кріпленнями, які належать до них, підтримувальними захисними конструкціями та деталями, установленими відповідно до цих Правил.

2.1.3. Кабель, шнур, провід захищений і незахищений, кабель і провід спеціальний - визначення за ГОСТ.

2.1.4. Електропроводки поділяються на такі види:

1. Відкрита електропроводка - прокладена по поверхні стін, стель, по фермах та інших будівельних елементах будівель і споруд, по опорах тощо.

За відкритої електропроводки застосовуються такі способи прокладання проводів і кабелів: безпосередньо по поверхні стін, стель тощо, на струнах, тросах, роликах, ізоляторах, у трубах, коробах, гнучких металевих рукавах, на

лотках, в електротехнічних плінтусах і наличниках, вільним підвісом тощо.

Відкрита електропроводка може бути стаціонарною, пересувною і переносною.

2. Прихована електропроводка - прокладена всередині конструктивних елементів будівель і споруд (у стінах, підлогах, фундаментах, перекриттях), а також по перекриттях у підготовці підлоги, безпосередньо під змінною підлогою тощо.

За прихованої електропроводки застосовуються такі способи прокладання проводів і кабелів: у трубах, гнучких металевих рукавах, коробах, замкнутих каналах і порожнинах будівельних конструкцій, у заштукатурюваних борознах, під штукатуркою, а також замоноличуванням у будівельні конструкції під час їх виготовлення.

2.1.5. Зовнішньою електропроводкою називається електропроводка, прокладена по зовнішніх стінах будівель і споруд, під навісами тощо, а також між будівлями на опорах (не більше чотирьох прогонів завдовжки до 25 м кожний) поза вулицями, дорогами тощо.

Зовнішня електропроводка може бути відкритою і прихованою.

2.1.6. Вводом від повітряної лінії електропередавання називається електропроводка, яка сполучає відгалуження від ПЛ із внутрішньою електропроводкою, рахуючи від ізоляторів, установлених на зовнішній поверхні (стіні, даху) будівлі або споруди, до затискачів ввідного пристрою.

2.1.7. Струною як несучим елементом електропроводки називається сталевий дріт, натягнутий щільно до поверхні стіни, стелі тощо, призначений для кріплення до нього проводів, кабелів або їх пучків.

2.1.8. Смугою як несучим елементом електропроводки називається металева штаба, закріплена впритул до поверхні стіни, стелі тощо, призначена для кріплення до неї проводів, кабелів або їх пучків.

2.1.9. Тросом як несучим елементом електропроводки називається сталевий дріт або сталевий канат, натягнуті в повітрі, призначені для підвішування до них проводів, кабелів або їх пучків.

2.1.10. Коробом називається закрита порожниста конструкція прямокутного або іншого перерізу, призначена для прокладання в ній проводів і кабелів. Короб має служити захистом від механічних пошкоджень прокладених у ньому проводів і кабелів.

Короби можуть бути глухими або з кришками, які відкриваються, із суцільними або перфорованими стінками і кришками. Глухі короби повинні мати тільки суцільні стінки з усіх боків і не мати кришок.

Короби можуть застосовуватися в приміщеннях і зовнішніх установках.

2.1.11. Лотком називається відкрита конструкція, призначена для прокладання на ній проводів і кабелів. Лоток не є захистом від зовнішніх механічних пошкоджень прокладених на ньому проводів і кабелів. Лотки мають виготовлятися з вогнетривких матеріалів. Вони можуть бути суцільними, перфорованими або ґратчастими. Лотки можна застосовувати в приміщеннях і зовнішніх установках.

2.1.12. Горищним приміщенням називається таке невиробниче приміщення над верхнім поверхом будівлі, стелею якого є дах будівлі і яке має

несучі конструкції (покрівлю, ферми, стропила, балки тощо) зі спалимих матеріалів.

Аналогічні приміщення і технічні поверхи, розташовані безпосередньо над дахом, перекриття і конструкції яких виконано з вогнетривких матеріалів, не вважаються горючими приміщеннями.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.1.13. Допустимі тривалі струми на проводи і кабелі електропроводки мають прийматися згідно з гл. 1.3 з урахуванням температури навколишнього середовища і способу прокладання.

2.1.14. Перерізи струмопровідних жил проводів і кабелів електропроводки мають бути не меншими наведених у табл. 2.1.1. Перерізи жил для заряджання освітлювальних арматур мають прийматися за 6.5.12-6.5.14³. Перерізи заземлювальних і нульових захисних провідників мають бути вибрані з дотриманням вимог гл. 1.7.

2.1.15. У сталевих та інших механічних міцних трубах, рукавах, коробах, лотках і замкнутих каналах будівельних конструкцій будівель допускається спільне прокладання проводів і кабелів (за винятком взаєморезерованих):

1. Усіх кіл одного агрегату.
2. Силових і контрольних кіл декількох машин, панелей, щитів, пультів тощо, пов'язаних технологічним процесом.
3. Кіл, які живлять складний світильник.
4. Кіл декількох груп одного виду освітлення (робочого або аварійного) із загальним числом проводів у трубі що не перевищує восьми.
5. Освітлювальних кіл до 42 В з колами понад 42 В за умови укладання проводів кіл до 42 В в окрему ізоляційну трубу.

³ Главу 6.5 скасовано.

Таблиця 2.1.1. Найменші перерізи струмопровідних жил проводів і кабелів в електропроводках

Провідники	Переріз жил, мм ²	
	мідних	алюмінієвих
Шнури для приєднання побутових електроприймачів	0,35	-
Кабелі для приєднання переносних і пересувних електроприймачів у промислових установках	0,75	-
Скручені двожильні проводи з багатодрововими жилами для стаціонарного прокладання на роликах	1	-
Незахищені ізолювані проводи для стаціонарної електропроводки всередині приміщень: - безпосередньо по основах, на роликах, клицях і тросах - на лотках, у коробах (крім глухих): - для жил, які приєднуються до гвинтових затискачів - для жил, які приєднуються паянням: - - однодротових - багатодровових (гнучких) - на ізоляторах	1 1 0,5 0,35 1,5	2,5 2 - - 4
Незахищені ізолювані проводи в зовнішніх електропроводках: - по стінах, конструкціях або опорах на ізоляторах; вводи від повітряної лінії - під навісами на роликах	2,5 1,5	4 2,5
Незахищені та захищені ізолювані проводи і кабелі в трубах, металевих рукавах і глухих коробах	1	2
Кабелі та захищені ізолювані проводи для стаціонарної електропроводки (без труб, рукавів і глухих коробів): - для жил, які приєднуються до гвинтових затискачів - для жил, які приєднуються паянням: - однодротових - багатодровових (гнучких)	1 0,5 0,35	2 - -
Захищені та незахищені проводи і кабелі, які прокладаються в замкнутих каналах або замонолічено (у будівельних конструкціях або під штукатуркою)	1	2

2.1.16. В одній трубі, рукаві, коробі, пучку, замкнутому каналі будівельної конструкції або на одному лотку заборонено спільне прокладання взаєморезервованих кіл, кіл робочого і аварійного евакуаційного освітлення, а також кіл до 42 В з колами понад 42 В (винятки див. у 2.1.15, п. 5 і в 6.1.16, п. 1). Прокладання цих кіл допускається лише в різних відсіках коробів і лотків, які мають суцільні поздовжні перегородки з межею вогнестійкості, не меншою ніж 0,25 год, з вогнетривкого матеріалу.

Допускається прокладати кола аварійного (евакуаційного) і робочого освітлення з різних зовнішніх боків профілю (швелера, кутика тощо).

2.1.17. У кабельних спорудах, виробничих приміщеннях і електронприміщеннях для електропроводки слід застосовувати проводи і кабелі з оболонками тільки з важкоспалимих або вогнетривких матеріалів, а незахищені проводи - з ізоляцією тільки з важкоспалимих або вогнетривких матеріалів⁴.

2.1.18. За змінного або випрямленого струму прокладення фазних і нульового (або прямого і зворотного) провідників у сталевих трубах або в ізоляційних трубах зі сталеву оболонкою має здійснюватися в одній спільній трубі.

Допускається прокладати фазний і нульовий робочий (або прямий і зворотний) провідники в окремих сталевих трубах або в ізоляційних трубах зі сталеву оболонкою, якщо тривалий струм навантаження в провідниках не перевищує 25 А.

2.1.19. У разі прокладання проводів і кабелів у трубах, глухих коробах, гнучких металевих рукавах і замкнутих каналах має бути забезпечено можливість заміни проводів і кабелів.

2.1.20. Конструктивні елементи будівель і споруд, замкнуті канали і пустоти яких використовуються для прокладання проводів і кабелів, мають бути неспалимими.

2.1.21. З'єднання, відгалуження та окінцювання жил проводів і кабелів мають проводитися за допомогою опресовування, зварювання, паяння або стискачів (гвинтових, болтових тощо) відповідно до чинних інструкцій, затверджених в установленому порядку.

2.1.22. У місцях з'єднання, відгалуження і приєднання жил проводів або кабелів має бути передбачено запас проводу (кабелю), який забезпечує можливість повторного з'єднання, відгалуження або приєднання.

2.1.23. Місця з'єднання і відгалуження проводів і кабелів мають бути доступними для огляду і ремонту.

2.1.24. У місцях з'єднання і відгалуження проводи і кабелі не мають піддаватися механічним зусиллям тяжіння.

2.1.25. Місця з'єднання і відгалуження жил проводів і кабелів, а також з'єднувальні і відгалужувальні стискання тощо повинні мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції жил цілих місць цих проводів і кабелів.

2.1.26. З'єднання і відгалуження проводів і кабелів, за винятком проводів, прокладених на ізолювальних опорах, мають виконуватися в з'єднувальних і відгалужувальних коробках, в ізоляційних корпусах з'єднувальних і відгалужувальних стискачів, у спеціальних нішах будівельних конструкцій, усередині корпусів електроустановлювальних виробів, апаратів і машин. У разі прокладання на ізолювальних опорах з'єднання або відгалуження проводів слід виконувати безпосередньо біля ізолятора, клиці або на них, а також на ролику.

⁴ У нормативних документах України з пожежної безпеки застосований термін «стійкість до поширення полум'я» замість термінів «важкоспалимі або вогнетривкі матеріали».

2.1.27. Конструкція з'єднувальних і відгалужувальних коробок і стискачів має відповідати способам прокладання і умовам навколишнього середовища.

2.1.28. З'єднувальні й відгалужувальні коробки та ізоляційні корпуси з'єднувальних і відгалужувальних стискачів мають бути, як правило, виготовленими з вогнетривких або важкоспалимих матеріалів.

2.1.29. Металеві елементи електропроводки (конструкції, коробки, лотки, труби, рукави, коробки, скоби тощо) мають бути захищеними від корозії відповідно до умов навколишнього середовища.

2.1.30. Електропроводки мають бути виконаними з урахуванням можливих переміщень їх у місцях перетинів з температурними і осадовими швами.

ВИБІР ВИДУ ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ, ВИБІР ПРОВІДІВ І КАБЕЛІВ І СПОСОБУ ЇХ ПРОКЛАДАННЯ

2.1.31. Електропроводка має відповідати умовам навколишнього середовища, призначенню і цінності споруд, їх конструкції та архітектурним особливостям.

2.1.32. Під час вибору виду електропроводки і способу прокладання проводів і кабелів треба враховувати вимоги електробезпеки та пожежної безпеки.

2.1.33. Вибір видів електропроводки, вибір проводів і кабелів та способу їх прокладання слід здійснювати відповідно до табл. 2.1.2.

За наявності одночасно двох або більше умов, які характеризують навколишнє середовище, електропроводка має відповідати всім цим умовам.

2.1.34. Оболонки та ізоляція проводів і кабелів, які застосовуються в електропроводці, мають відповідати способу прокладання і умовам навколишнього середовища. Ізоляція, крім того, має відповідати номінальній напрузі мережі.

За наявності спеціальних вимог, зумовлених характеристиками установки, ізоляція проводів і захисні оболонки проводів і кабелів мають бути вибраними з урахуванням цих Правил (див. також 2.1.50 і 2.1.51).

2.1.35. Нульові робочі провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції фазних провідників.

У виробничих нормальних приміщеннях допускається використовувати сталеві труби і троси відкритої електропроводки, а також металеві корпуси відкрито встановлених струмопроводів, металевих конструкцій будівель, конструкцій виробничого призначення (наприклад, ферми, колони, підкранові шляхи) і механізми як один з робочих провідників лінії в мережах напругою до 42 В. При цьому мають бути забезпечені безперервність і достатня провідність цих провідників, видимість і надійне зварювання стиків.

Використовувати зазначені вище конструкції як робочий провідник не допускається, якщо конструкції розташовуються безпосередньо близько від спалимих частин будівель або конструкцій.

2.1.36. Прокладання проводів і кабелів, труб і коробів з проводами та

кабелями за умовами пожежної безпеки має задовольняти вимогам табл. 2.1.3.

2.1.3 7. За відкритого прокладання захищених проводів (кабелів) з оболонками зі спалимих матеріалів і незахищених проводів відстань у просвіті від проводу (кабелю) до поверхні основ, конструкцій, деталей зі спалимих матеріалів має становити не менше ніж 10 мм. За неможливості забезпечити вказану відстань провід (кабель) слід відокремлювати від поверхні шаром вогнетривкого матеріалу, який виступає з кожного боку проводу (кабелю) не менше ніж на 10 мм.

Таблиця 2.1.2. Вибір видів електропроводки, способів прокладання проводів і кабелів

Умови навколишнього середовища	Вид електропроводки і спосіб прокладання	Проводи і кабелі
1	2	3
<i>Відкрита електропроводка</i>		
Сухі та вологі приміщення	На роликах і клицях	Незахищені одножильні проводи
Сухі приміщення	Те саме	Скручені дво- жильні проводи
Приміщення всіх видів і зовнішні установки	На ізоляторах, а також на роликах, призначених для застосування в сирих місцях. У зовнішніх установках ролики для сирих місць (великих розмірів) допускається застосовувати тільки в місцях, де унеможливлене безпосереднє попадання на електропроводку дощу або снігу (під навісами)	Незахищені одножильні проводи
Зовнішні установки	Безпосередньо по поверхні стін, стель і на струнах, смугах та інших несучих конструкціях	Кабель у неметалевій і металевій оболонках
Приміщення всіх видів	Те саме	Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій і металевій оболонках
Приміщення всіх видів і зовнішні установки	На лотках і в коробах з кришками, які відкриваються	Те саме
Приміщення всіх видів і зовнішні установки (тільки спеціальні проводи з несучим тросом для зовнішніх установок або кабелі)	На тросах	Спеціальні проводи з несучим тросом. Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій і металевій оболонках

1 2 3		
<i>Прихована електропроводка</i>		
Приміщення всіх видів і зовнішні установки	У неметалевих трубах зі спалимих матеріалів (несамозагасаючий поліетилен тощо). У замкнутих каналах будівельних конструкцій. Під штукатуркою. Винятки: 1. Заборонено застосовувати ізоляційні труби із металевою оболонкою в сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках 2. Заборонено застосовувати сталеві труби і сталеві глухі коробки з товщиною стінок 2 мм і менше в сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх	Незахищені та захищені, одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій оболонці
Сухі, вологі та сирі приміщення	Замонолічено в будівельних конструкціях під час їх виготовлення	Незахищені про-води
<i>Відкрита й прихована електропроводка</i>		
Приміщення всіх видів і зовнішні установки	У металевих гнучких рукавах. У сталевих трубах (звичайних і тонкостінних) і глухих сталевих коробах. У неметалевих трубах і неметалевих глухих коробах із важкоспалимих матеріалів. У ізоляційних трубах з металевою оболонкою. Винятки: 1. Заборонено застосовувати ізоляційні труби з металевою оболонкою в сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках 2. Заборонено застосовувати сталеві труби і сталеві глухі коробки з товщиною стінок 2 мм і менше в сирих, особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках	Незахищені та захищені одно- і багатожильні проводи. Кабелі в неметалевій оболонці

2.1.38. За прихованої прокладки захищених проводів (кабелів) з оболонками зі спалимих матеріалів, і незахищених проводів у закритих нішах, у пустотах будівельних конструкцій (наприклад, між стіною і облицюванням), у борознах тощо з наявністю конструкцій, які згорають, необхідно захищати проводи і кабелі суцільним шаром вогнетривкого матеріалу з усіх боків.

2.1.39. За відкритої прокладки труб і коробів із важкоспалимих матеріалів по вогнетривких та важкоспалимих основах і конструкціях відстань у просвіті від труби (короба) до поверхні конструкцій, деталей зі спалимих матеріалів має становити не менше 100 мм. У разі неможливості забезпечити зазначену відстань трубу (короб) слід відокремлювати з усіх боків від цих поверхонь суцільним шаром вогнетривкого матеріалу (штукатурка, алебастр, цементний розчин, бетон тощо) завтовшки не менше 10 мм.

Таблиця 2.1.3. Вибір видів електропроводок і способів прокладання проводів і кабелів за умовами пожежної безпеки

Вид електропроводки і спосіб прокладання по основах і конструкціях		Проводи і кабелі
зі спалимих матеріалів	з вогнетривких або важкоспалимих матеріалів	
<i>Відкрита електропроводка</i>		
На роликах, ізоляторах або з підкладкою з вогнетривких матеріалів ¹	Безпосередньо	Незахищені проводи; захищені проводи і кабелі в оболонці зі спалимих матеріалів
Безпосередньо		Захищені проводи і кабелі в оболонці з вогнетривких і важкоспалимих
У трубах і коробах з вогнетривких матеріалів	У трубах і коробах з важкоспалимих і вогнетривких матеріалів	Незахищені та захищені проводи і кабелі в оболонці зі спалимих, важкоспалимих матеріалів
<i>Прихована електропроводка</i>		
З підкладкою з вогнетривких матеріалів ¹ і подальшим оштукатурюванням або захистом з усіх боків суцільним шаром інших вогнетривких матеріалів	Безпосередньо	Незахищені проводи; захищені проводи і кабелі в оболонці зі спалимих матеріалів
З підкладкою з вогнетривких матеріалів ¹		Захищені проводи і кабелі в оболонці з важкоспалимих матеріалів
Безпосередньо	—*—	Те саме з вогнетривких
У трубах і коробах з важкоспалимих матеріалів - з підкладкою під труби і коробки з вогнетривких матеріалів ¹ і подальшим заштукатурюванням ²	У трубах і коробах: зі спалимих матеріалів - замолічено, у борознах тощо, у суцільному шарі вогнетривких матеріалів ³	Незахищені проводи і кабелі в оболонці зі спалимих, важкоспалимих і вогнетривких матеріалів
Те саме з вогнетривких матеріалів - безпосередньо	Те саме з важкоспалимих вогнетривких матеріалів	
¹ Підкладка з вогнетривких матеріалів має виступати з кожного боку проводу, кабелю, труби або короба не менше ніж на 10 мм. ² Заштукатурювання труби здійснюється суцільним шаром штукатурки, алебастру тощо завтовшки не менше ніж 10 мм над трубою. ³ Суцільним шаром вогнетривкого матеріалу навколо труби (короба) може бути шар штукатурки, алебастрового, цементного розчину або бетону завтовшки не менше ніж 10 мм.		

2.1.40. За прихованого прокладання труб і коробів із важкоспалимих матеріалів у закритих нішах, у порожнинах будівельних конструкцій (наприклад, між стіною і облицюванням), у борознах тощо труби і короби слід відокремлювати з усіх боків від поверхонь конструкцій, деталей зі спалимих матеріалів, суцільним шаром вогнетривкого матеріалу завтовшки не менше ніж 10 мм.

2.1.41. У разі перетину на коротких ділянках електропроводки з елементами будівельних конструкцій зі спалимих матеріалів ці ділянки мають бути виконаними з дотриманням вимог 2.1.36-2.1.40.

2.1.42. У місцях, де внаслідок високої температури навколишнього середовища застосування проводів і кабелів з ізоляцією і оболонками нормальної теплостійкості неможливе або призводить до нераціонального підвищення витрати кольорового металу, слід застосовувати проводи і кабелі з ізоляцією та оболонками підвищеної теплостійкості.

2.1.43. У сирих та особливо сирих приміщеннях і зовнішніх установках ізоляція проводів та ізолюючі опори, а також опорні й несучі конструкції, труби, короби і лотки мають бути вологостійкими.

2.1.44. У запилених приміщеннях не рекомендовано застосовувати способи прокладання, за яких на елементах електропроводки може накопичуватися пил, а видалення його утруднене.

2.1.45. У приміщеннях і зовнішніх установках з хімічно активним середовищем усі елементи електропроводки мають бути стійкими щодо середовища або захищені від його впливу.

2.1.46. Проводи і кабелі, що мають несвітлостійку зовнішню ізоляцію або оболонку, мають бути захищеними від впливу прямих променів.

2.1.47. У місцях, де можливі механічні пошкодження електропроводки, відкрито прокладені проводи і кабелі мають бути захищеними від них своїми захисними оболонками, а якщо такі оболонки відсутні або недостатньо стійкі щодо механічних впливів, - трубами, коробами, огорожами або застосуванням прихованої електропроводки.

2.1.48. Проводи і кабелі мають застосовуватися лише в тих сферах, які зазначені в стандартах і технічних умовах на кабелі (проводи).

2.1.49. Для стаціонарних електропроводок мають застосовуватися переважно проводи і кабелі з алюмінієвими жилами. Винятки див. у 2.1.70, 3.4.3, 3.4.12,

5.5.6, 6.5.12-6.5.14, 7.2.53 і 7.3.93.

Не допускається застосовувати проводи і кабелі з алюмінієвими жилами для приєднання до електротехнічних пристроїв, установлених безпосередньо на віброізолювальних опорах.

У музеях, картинних галереях, бібліотеках, архівах та інших сховищах союзнного значення слід застосовувати проводи і кабелі тільки з мідними жилами.

2.1.50. Для живлення переносних і пересувних електроприймачів слід застосовувати шнури і гнучкі кабелі з мідними жилами, спеціально призначені

для цієї мети, з урахуванням можливих механічних впливів. Усі жили зазначених провідників, у тому числі заземлювальна, мають бути в спільній оболонці, обплетеними або зі спільною ізоляцією.

Для механізмів, що мають обмежене переміщення (крани, пересувні пили, механізми воріт тощо), слід застосовувати такі конструкції струмопроводу до них, які захищають жили проводів і кабелів від злому (наприклад, шлейфи гнучких кабелів, каретки для рухомого підвішування гнучких кабелів).

2.1.51. За наявності масел і емульсій у місцях прокладання проводів слід застосовувати проводи з маслостійкою ізоляцією або захищати проводи від їх впливу.

ВІДКРИТІ ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ УСЕРЕДИНІ ПРИМІЩЕНЬ

2.1.52. Відкрите прокладання незахищених ізольованих проводів безпосередньо по основах, на роликах, ізоляторах, на тросах і лотках слід виконувати:

1. За напруги понад 42 В, у приміщеннях без підвищеної небезпеки і за напруги до 42 В у будь-яких приміщеннях - на висоті не менше 2 м від рівня підлоги або площадки обслуговування.

2. За напруги понад 42 В, у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних - на висоті не менше 2,5 м від рівня підлоги або площадки обслуговування.

Ці вимоги не поширюються на спуски до вимикачів, розеток, пускових апаратів, щитків, світильників, що встановлюються на стіні.

У виробничих приміщеннях спуски незахищених проводів до вимикачів, розеток, апаратів, щитків тощо мають бути захищеними від механічних впливів до висоти не менше ніж 1,5 м від рівня підлоги або площадки обслуговування.

У побутових приміщеннях промислових підприємств, у житлових і громадських будівлях зазначені спуски допускається не захищати від механічних впливів.

У приміщеннях, доступних тільки для спеціально навченого персоналу, висота розташування відкрито прокладених незахищених ізольованих проводів не нормується.

2.1.53. У кранових прогонах незахищені ізольовані проводи слід прокладати на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня площадки візка крана (якщо площадку розташовано вище від настилу моста крана) або від настилу моста крана (якщо настил розташований вище площадки візка). Якщо це неможливо, то мають бути виконані захисні пристрої для обсерігання персоналу, який знаходиться на візку і мосту крана, від випадкового дотику до проводів. Захисний пристрій має бути встановлений на всьому протязі проводів або на самому мосту крана в межах розташування проводів.

2.1.54. Висота відкритого прокладання захищених ізольованих проводів, кабелів, а також проводів і кабелів у трубах, коробах зі ступенем захисту - не нижче ніж IP20, у гнучких металевих рукавах від рівня підлоги або площадки обслуговування не нормується.

2.1.55. Якщо незахищені ізольовані проводи перетинаються з незахищеними або захищеними ізольованими проводами з відстанню між

проводами менше 10 мм, то в місцях перетину на кожен незахищений провід має бути накладено додаткову ізоляцію.

2.1.56. У разі перетину незахищених і захищених проводів і кабелів з трубопроводами відстані між ними в просвіті мають бути не меншими ніж 50 мм, а з трубопроводами, що містять горючі або легкозаймисті рідини і гази, - не менше 100 мм. За відстані від проводів і кабелів до трубопроводів, меншої ніж 250 мм, проводи і кабелі мають бути додатково захищеними від механічних пошкоджень на довжині не меншій ніж 250 мм у кожен бік від трубопроводу.

У разі перетину з гарячими трубопроводами проводи і кабелі мають бути захищеними від впливу високої температури або повинні мати відповідне виконання.

2.1.57. За паралельного прокладання відстань від проводів і кабелів до трубопроводів має бути не меншою ніж 100 мм, а до трубопроводів з горючими або легкозаймистими рідинами і газами - не меншою ніж 400 мм.

Проводи і кабелі, прокладені паралельно гарячим трубопроводам, мають бути захищеними від впливу високої температури або повинні мати відповідне виконання.

2.1.58. У місцях проходження проводів і кабелів крізь стіни, міжповерхові перекриття або виходу їх назовні необхідно забезпечувати можливість зміни електропроводки. Для цього прохід має бути виконаний у трубі, коробі, отворі тощо. З метою запобігання проникненню і скупченню води і поширенню пожежі в місцях проходження крізь стіни, перекриття або виходу назовні слід закладати зазори між проводами, кабелями і трубою (коробом, отвором тощо), а також резервні труби (короби, отвори тощо) масою, що легко видаляється, з вогнетривкого матеріалу. Закладення має допускати заміну, додаткове прокладання нових проводів і кабелів і забезпечувати межу вогнестійкості отвору, не меншу, ніж межі вогнестійкості стіни (перекриття).

2.1.59. У разі прокладання незахищених проводів на ізолювальних опорах проводи мають бути додатково ізольованими (наприклад, ізоляційною трубою) у місцях проходження крізь стіни або перекриття. Під час проходження цих проводів з одного сухого або вологого приміщення в інше сухе або вологе приміщення всі проводи однієї лінії допускається прокладати в одній ізоляційній трубі.

У разі проходження проводів із сухого або вологого приміщення в сире, з одного сирого приміщення в інше сире або виходу проводів з приміщення назовні кожен провід має прокладатися в окремій ізоляційній трубі. У разі виходу з сухого або вологого приміщення в сире або назовні будівлі з'єднання проводів мають виконуватися в сухому або вологому приміщенні.

2.1.60. На лотках, опорних поверхнях, тросах, струнах, смугах та інших несучих конструкціях допускається прокладати проводи і кабелі впритул один до одного пучками (групами) різної форми (наприклад, круглої, прямокутної в декілька шарів).

Проводи і кабелі кожного пучка мають бути скріплені між собою.

2.1.61. У коробах проводи і кабелі допускається прокладати

багатожарово з упорядкованим і довільним (розсипом) взаємним розташуванням. Сума перерізів проводів і кабелів, розрахованих за їх зовнішніми діаметрами, включаючи ізоляцію і зовнішні оболонки, не має перевищувати: для глухих коробів 35% перерізів короба в проясненні; для коробів із кришками, що відкриваються, 40%.

2.1.62. Допустимі тривалі струми на проводи і кабелі, прокладені пучками (групами) або багатожарово, повинні прийматися з урахуванням знижувальних коефіцієнтів, що враховують кількість і розташування провідників (жил) у пучку, кількість і взаємне розташування пучків (шарів), а також наявність ненавантажених провідників.

2.1.63. Труби, коробки та гнучкі металеві рукави електропроводки мають прокладатися так, щоб у них не могла накопичуватися волога, у тому числі від конденсації пари, що міститься в повітрі.

2.1.64. У сухих незапиленних приміщеннях, у яких відсутні пара і гази, що негативно впливають на ізоляцію і оболонку проводів і кабелів, допускається з'єднання труб, коробів і гнучких металевих рукавів без ущільнення.

З'єднання труб, коробів і гнучких металевих рукавів між собою, а також із коробами, корпусами електроустановки тощо має бути виконаним:

- у приміщеннях, які містять пару або гази, що негативно впливають на ізоляцію або оболонки проводів і кабелів, у зовнішніх установках і в місцях, де можливе попадання в труби, коробки і рукави масла, води або емульсії, - з ущільненням; коробки в цих випадках мають бути з суцільними стінками та з ущільненими суцільними кришками або глухими, роз'ємні коробки - з ущільненнями в місцях роз'єднання, а гнучкі металеві рукави - герметичними;
- у запиленних приміщеннях - з ущільненням з'єднань і відгалужень труб, рукавів і коробів для захисту від пилу.

2.1.65. З'єднання сталевих труб і коробів, що використовуються як заземлювальні або нульові захисні провідники, має відповідати вимогам, наведеним у цій главі і гл. 1.7.

ПРИХОВАНА ЕЛЕКТРОПРОВОДКА ВСЕРЕДИНІ ПРИМІЩЕНЬ

2.1.66. Приховану електропроводку в трубах, коробах і гнучких металевих рукавах має бути виконаною з дотриманням вимог, наведених у 2.1.63-2.1.65, причому у всіх випадках - з ущільненням. Короби прихованої електропроводки мають бути глухими.

2.1.67. Виконувати електропроводку у вентиляційних каналах і шахтах заборонено. Допускається перетин цих каналів і шахт одиночними проводами і кабелями, поміщеними в сталеві труби.

2.1.68. Прокладання проводів і кабелів за підвісними стелями слід виконувати відповідно до вимог цієї глави і гл. 7. Г¹.

ЕЛЕКТРОПРОВОДКА В ГОРИЩНИХ ПРИМІЩЕННЯХ

2.1.69. У горючих приміщеннях можуть застосовуватися такі види електропроводки:

- відкрита;
- проводами і кабелями, прокладеними в трубах, а також захищеними

¹ Главу 7.1 скасовано.

проводами і кабелями в оболонках з вогнетривких матеріалів або важкоспалимих - на будь-якій висоті;

- незахищеними ізолюваними одножильними проводами на роликах або ізоляторах (у горищних приміщеннях виробничих будівель - тільки на ізоляторах) - на висоті не менше 2,5 м; за висоти до проводів, меншої 2,5 м, вони мають бути захищеними від дотику і механічних пошкоджень;

- прихована: у стінах і перекриттях із вогнетривких матеріалів - на будь-якій висоті.

2.1.70. Відкрита електропроводка в горищних приміщеннях має виконуватися проводами і кабелями з мідними жилами.

Проводи і кабелі з алюмінієвими жилами допускаються в горищних приміщеннях: будівель із вогнетривкими перекриттями - за відкритого прокладання їх у сталевих трубах або прихованого прокладання їх у стінах, що не згорають, і перекриттях; виробничих будівель сільськогосподарського призначення з перекриттями, що згорають, - за відкритого прокладання їх у сталевих трубах з виключенням проникнення пилу всередину труб і з'єднувальних (відгалужувальних) коробок; при цьому мають бути застосовані різьбові з'єднання.

2.1.71. З'єднання і відгалуження мідних або алюмінієвих жил проводів і кабелів у горищних приміщеннях мають виконуватися в металевих з'єднувальних (відгалужувальних) коробках зварюванням, опресовуванням або із застосуванням стискачів, відповідних матеріалу, перерізу і кількості жил.

2.1.72. Електропроводка в горищних приміщеннях, виконана із застосуванням сталевих труб, має відповідати також вимогам, наведеним у 2.1.63-2.1.65.

2.1.73. Відгалуження від ліній, прокладених у горищних приміщеннях, до електроприймачів, установлених поза горищами, допускаються за умови прокладання ліній і відгалужень відкрито в сталевих трубах або приховано у вогнетривких (перекриттях).

2.1.74. Комутаційні апарати в колах світильників та інших електроприймачів, установлених безпосередньо в горищних приміщеннях, мають встановлюватися поза цими приміщеннями.

ЗОВНІШНЯ ЕЛЕКТРОПРОВОДКА

2.1.75. Незахищені ізолювані проводи зовнішньої електропроводки мають бути розташованими або захищеними так, щоб вони були недоступні для дотику з місць, де можливе часте перебування людей (наприклад, балкон, ганок).

Від зазначених місць ці проводи, прокладені відкрито по стінах, мають знаходитися на відстані не менше ніж, м:

У разі горизонтального прокладання:

під балконом, ганком, а також над дахом промислової будівлі	2,5
над вікном.....	0,5
під балконом.....	1,0
під вікном (від підвіконня).....	1,0

190	РОЗДІЛ 2. ПЕРЕДАВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ
У разі вертикального прокладання до вікна	0,75
Те саме до балкона	1,0
Від землі.....	2,75

¹ Главу 7.1 скасовано.

У разі підвішування проводів на опорах біля будівель відстані від проводів до балконів і вікон мають бути не меншими ніж 1,5 м за максимального відхилення проводів.

Зовнішня електропроводка по дахах житлових, громадських будівель і видовищних підприємств не допускається, за винятком уводів у будівлі (підприємства) і відгалужень до цих вводів (див. 2.1.79).

Незахищені ізольовані проводи зовнішньої електропроводки щодо дотику слід розглядати як неізольовані.

2.1.76. Відстані від проводів, що перетинають пожежні проїзди і шляхи для перевезення вантажів, до поверхні землі (дороги) в проїжджій частині мають бути не меншими ніж 6 м, у непроїжджій частині - не меншими 3,5 м.

2.1.77. Відстані між проводами мають бути: за прогону до 6 м - не меншими

0,1 м, за прогону більше 6 м - не меншими 0,15 м. Відстані від проводів до стін і опорних конструкцій мають бути не менше ніж 50 мм.

2.1.78. Прокладання проводів і кабелів зовнішньої електропроводки в трубах, коробах і гнучких металевих рукавах має виконуватися відповідно до вимог, наведених у 2.1.63-2.1.65, причому в усіх випадках з ущільненням. Прокладання проводів у сталевих трубах і коробах у землі поза будівлями не допускається.

2.1.79. Уводи в будівлі рекомендовано виконувати крізь стіни в ізоляційних трубах так, щоб вода не могла накопичуватися в проході і проникати всередину будівлі.

Відстань від проводів перед уводом і проводів вводу до поверхні землі має бути не меншою ніж 2,75 м (див. також 2.4.37 і 2.4.56).

Відстань між проводами біля ізоляторів уводу, а також від проводів до частин будівлі, що виступають (звисяння даху тощо), має бути не меншою ніж 0,2 м.

Вводи допускається виконувати крізь дахи в сталевих трубах. При цьому відстань по вертикалі від проводів відгалуження до уводу і від проводів уводу до покрівлі має бути не меншою ніж 2,5 м.

Для будівель невеликої висоти (торговельні павільйони, кіоски, будівлі контейнерного типу, пересувні будки, фургони тощо), на дахах яких виключено перебування людей, відстань у просвіті від проводів відгалужень до вводу і проводів вводу до даху допускається приймати не меншою ніж 0,5 м. При цьому відстань від проводів до поверхні землі має бути не меншою ніж 2,75 м.

ГЛАВА 2.2 СТРУМОПРОВОДИ НАПРУГОЮ ДО 35 кВ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

2.2.1. Ця глава Правил поширюється на струмопроводи змінного і постійного струму напругою до 35 кВ. Додаткові вимоги до струмопроводів, що встановлюються у вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зонах, наведено

відповідно в гл. 7.3. і

7.4¹. Глава не поширюється на спеціальні струмопроводи для електролізних установок, короткої мережі електротермічних установок, а також на струмопроводи, будова яких визначається спеціальними правилами або нормами.

2.2.2. Струмопроводом називається пристрій, призначений для передавання і розподілу електроенергії, який складається з неізольованих або ізольованих провідників та ізоляторів, що належать до них, захисних оболонок, відгалужувальних пристроїв, підтримувальних і опорних конструкцій.

2.2.3. Залежно від виду провідників струмопроводи поділяються на гнучкі (у разі використання проводів) і жорсткі (у разі використання жорстких шин).

Жорсткий струмопровід до 1 кВ заводського виготовлення, що поставляється комплектними секціями, називається шинопроводом.

Залежно від призначення шинопроводи поділяються на:

- магістральні, призначені в основному для приєднання до них розподільних шинопроводів і силових розподільних пунктів, щитів і окремих потужних електро- приймачів;

- розподільні, призначені в основному для приєднання до них електро- приймачів;

- тролейні, призначені для живлення пересувних електроприймачів;

- освітлювальні, призначені для живлення світильників і електроприймачів невеликої потужності.

2.2.4. Струмопровід напругою понад 1 кВ, що виходить за межі однієї електроустановки, називається протяжним.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.2.5. У мережах 6-35 кВ промислових підприємств для передавання в одному напрямку потужності понад 15-20 МВ-А за напруги 6 кВ, понад 25-35 МВ-А - за напруги 10 кВ і понад 35 МВ-А - за напруги 35 кВ слід застосовувати, як правило, гнучкі або жорсткі струмопроводи переважно перед лініями, виконаними з великої кількості кабелів, що паралельно прокладаються.

Відкрите прокладання струмопроводів слід застосовувати у всіх випадках, коли воно можливе за умовами генплану об'єкта електропостачання і навколишнього середовища.

2.2.6. У місцях, де в повітрі містяться хімічно активні речовини, що руйнівню впливають на струмовідні частини, підтримуванні конструкції та ізолятори, стру- мопроводи повинні мати відповідне виконання або має бути вжито інших заходів їх захисту від зазначених впливів.

2.2.7. Розрахунок і вибір провідників, ізоляторів, арматури, конструкцій та апаратів струмопроводів слід проводити як за нормальних умов роботи (відповідність робочій напрузі і струму), так і за умов роботи в разі коротких замикань (див. гл. 1.4).

2.2.8. Струмовідні частини повинні мати позначення і забарвлення відповідно до вимог гл. 1.1.

2.2.9. Струмовідні частини струмопроводів слід виконувати, як правило,

¹ Нумерацію пунктів глави 4.2 змінено.

з алюмінієвих, сталєалюмінієвих і сталевих проводів, труб і шин профільного перерізу.

2.2.10. Для заземлення струмовідних частин струмопроводів мають передбачатися стаціонарні заземлювальні ножі або переносні заземлення відповідно до вимог 4.2.25¹ (див. також 2.2.30, п. 3).

2.2.11. Механічні навантаження на струмопроводи, а також розрахункові температури навколишнього середовища слід визначати відповідно до вимог, наведених у 4.2.46-4.2.49*.

2.2.12. Компонування і конструктивне виконання струмопроводів мають передбачати можливість зручного і безпечного провадження монтажних і ремонтних робіт.

2.2.13. Струмопроводи вище 1 кВ на відкритому повітрі мають бути захищеними від грозових перенапружень відповідно до вимог 4.2.167 і 4.2.168*.

2.2.14. У струмопроводах змінного струму з симетричним навантаженням за струму 1 кА і більше рекомендовано, а за струму 1,6 кА і більше необхідно передбачати заходи щодо зниження втрат електроенергії в шинотримачах, арматурі та конструкціях від впливу магнітного поля.

За струмів 2,5 кА і більше мають, крім того, передбачатися заходи щодо зниження і вирівнювання індуктивного опору (наприклад, розташування смуг у пакетах по сторонах квадрата, застосування спарених фаз, профільних шин, круглих і квадратних порожнистих труб, транспозиції). Для протяжних гнучких струмопроводів рекомендовано також застосовувати внутрішньофазні транспозиції, кількість яких має визначатися розрахунковим шляхом залежно від довжини струмопроводу.

У разі несиметричних навантажень значення струму, за якого необхідно передбачати заходи щодо зниження втрат електроенергії від впливу магнітного поля, має в кожному окремому випадку визначатися розрахунком.

2.2.15. У випадках, коли зміна температури, вібрація трансформаторів, нерівномірне осідання будівлі тощо можуть спричинити небезпечне механічне напруження в провідниках, ізоляторах або інших елементах струмопроводів, слід передбачати заходи до усунення цього напруження (компенсатори або подібні їм пристрої). На жорстких струмопроводах компенсатори треба встановлювати також у місцях перетинів з температурними й осадовими швами будівель і споруд.

2.2.16. Нероз'ємні з'єднання струмопроводів рекомендовано виконувати за допомогою зварювання. Для з'єднання відгалужень із гнучкими струмопроводами допускається застосовувати пресовані затискачі.

¹ Глави 7.3 і 7.4 скасовано.

З'єднання провідників із різних матеріалів мають виконуватися так, щоб запобігти корозії контактних поверхонь.

2.2.17. Вибір перерізу струмопроводів вище 1 кВ за тривало допустимим струмом у нормальному і післяаварійному режимах слід проводити з урахуванням очікуваного зростання навантажень, але не більше ніж на 25-30% вище розрахункових.

2.2.18. Для струмопроводів, що виконуються із застосуванням неізолюваних проводів, тривало допустимі струми слід визначати за гл. 1.3 із застосуванням коефіцієнта 0,8 за відсутності внутрішньофазної транспозиції проводів; 0,98 - за наявності внутрішньофазної транспозиції проводів.

СТРУМОПРОВОДИ НАПРУГОЮ ДО 1 кВ

2.2.19. Місця відгалужень від струмопроводів мають бути доступними для обслуговування.

2.2.20. У виробничих приміщеннях струмопроводи виконання IP00 слід розташовувати на висоті, не меншій ніж 3,5 м від рівня підлоги або площадки обслуговування, а струмопроводи виконання до IP31 - на висоті, не меншій 2,5 м.

Висота установлення струмопроводів виконання IP20 і вище з ізолюваними шинами, а також струмопроводів виконання IP40 і вище не нормується. Не нормується також висота установлення струмопроводів будь-якого виконання за напруги мережі 42 В і нижче змінного струму та 110 В і нижче постійного струму.

У приміщеннях, які відвідує тільки кваліфікований обслуговуючий персонал (наприклад, у технічних поверхах будівель тощо), висота установлення струмопроводів виконання IP20 і вище не нормується.

В електроприміщеннях промислових підприємств висота установлення струмопроводів виконання IP00 і вище не нормується. Місця, де можливі випадкові дотики до струмопроводів виконання IP00, мають бути захищеними.

Струмопроводи повинні мати додатковий захист у місцях, де можливі механічні пошкодження.

Струмопроводи і огорожі, що розміщуються над проходами, мають бути встановленими на висоті, не меншій 1,9 м від підлоги або майданчика обслуговування.

Сітчасті огорожі струмопроводів повинні мати сітку з чарунками не більше 25x25 мм.

Конструкції, на які встановлюють струмопроводи, мають бути виконаними з вогнетривких матеріалів і мати межу вогнестійкості, не меншу 0,25 год.

Вузли проходження струмопроводів крізь перекриття, перегородки і стіни мають виключати можливість поширення полум'я і диму з одного приміщення в інше.

2.2.21. Відстань від струмовідних частин струмопроводів без оболонок (виконання IP00) до трубопроводів має бути не меншою ніж 1 м, а до технологічного устаткування - не меншою ніж 1,5 м.

Відстань від шинопроводів, що мають оболонки (виконання IP21; IP31; IP51; IP65), до трубопроводів і технологічного устаткування не нормується.

2.2.22. Відстань у просвіті між провідниками різних фаз або полюсів

струмопроводів без оболонок (IP00) і від них до стін будівель і заземлених конструкцій має бути не меншою ніж 50 мм, а до елементів спалимих будівель - не меншою ніж 200 мм.

2.2.23. Комутаційна і захисна апаратура для відгалужень від струмопроводів має встановлюватися безпосередньо на струмопроводах або поблизу пункту відгалуження (див. також 3.1.16). Ця апаратура має бути розташованою і захищеною так, щоб виключалася можливість випадкового дотику до частин, що перебувають під напругою. Для оперативного керування з рівня підлоги або площадки обслуговування апаратами, установленими на недоступній висоті, мають бути передбачені відповідні пристрої (тяги, троси). Апарати повинні мати помітні з підлоги або площадки обслуговування ознаки, що вказують положення апарата (увімкнено, вимкнено).

2.2.24. Для струмопроводів слід застосовувати ізолятори з вогнетривких матеріалів (фарфор, стеатит тощо).

2.2.25. По всій трасі струмопроводів без захисних оболонок (ІРОО) через кожні 10-15 м, а також у місцях, що відвідуються людьми (посадкові площадки для кранівників тощо), мають бути укріплені попереджувальні плакати з техніки безпеки.

2.2.26. Слід передбачати заходи (наприклад, ізоляційні розпірки) для запобігання неприпустимому зближенню провідників фаз між собою і з оболонкою струмопроводу в разі проходження струмів КЗ.

2.2.27. На струмопроводи в кранових прогонах поширюються такі додаткові вимоги:

1. Необгороджені струмопроводи без захисних оболонок (ІРОО), що прокладаються по фермах, слід розміщувати на висоті, не меншій 2,5 м від рівня настилу моста і візка крана; у разі прокладання струмопроводів нижче ніж 2,5 м, але не нижче рівня нижнього поясу ферми перекриття треба передбачати огорожі від випадкового дотику до них з настилу моста і візка крана на всьому протягу струмопроводів. Допускається улаштувати огорожі у вигляді навісу на самому крані під струмопроводом.

2. Ділянки струмопроводів без захисних оболонок (ІРОО) над ремонтними загонами для кранів (див. 5.4.16) повинні мати огорожі, що запобігають дотику до струмовідних частин із настилу візка крана. Огорожа не потрібна, якщо струмопровід розташовано над цим настилом на рівні не менше ніж 2,5 м або якщо в цих місцях застосовуються ізольовані провідники; в останньому випадку найменшу відстань до них визначають виходячи з ремонтних умов.

3. Прокладати струмопроводи під краном без застосування спеціальних заходів захисту від механічних пошкоджень допускається в мертвій зоні крана. Спеціальні заходи захисту від механічних пошкоджень не потрібно передбачати для шинопроводів в оболонці будь-якого виконання на струм до 630 А, розташованих поблизу технологічного устаткування поза мертвою зоною крана.

¹ Нумерацію бачити в Главі 2.2.2. **СТРУМОПРОВІДИ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ**

2.2.28. У виробничих приміщеннях допускається застосовувати струмопроводи виконання IP41 і вище: струмопроводи мають бути розташованими від рівня підлоги або площадки обслуговування на висоті не менше ніж 2,5 м.

У виробничих приміщеннях, які відвідує тільки кваліфікований обслуговуючий персонал (наприклад, у технічних поверхах будівель тощо), висота встановлення струмопроводів виконання IP41 і вище не нормується. У електроприміщеннях допускається застосовувати струмопроводи будь-якого виконання. Висота встановлення від рівня підлоги або площадки обслуговування для струмопроводів виконання нижче IP41 - не менше ніж 2,5 м; IP41 і вище - не нормується.

2.2.29. На відкритому повітрі можуть застосовуватися струмопроводи всіх виконань (див. також 2.2.5 і 2.2.13).

2.2.30. У разі розміщення струмопроводів у тунелях і галереях мають бути виконані вимоги 4.2.82ⁱ, а також такі вимоги:

1. Ширина коридорів обслуговування струмопроводів, що не мають оболонки (ІРОО), має бути не меншою ніж 1 м за одностороннього розташування і 1,2 м - за двостороннього розташування. За довжини струмопроводу понад 150 м ширина коридору обслуговування як у разі одностороннього, так і в разі двостороннього обслуговування устаткування має бути збільшеною порівняно з наведеною не менше ніж на 0,2 м.

2. Висота огорожі струмопроводів, що не мають оболонки, від рівня підлоги має бути не меншою 1,7 м.

3. На початку і в кінці струмопроводу, а також у проміжних точках слід передбачати стаціонарні заземлювальні ножі або пристрої для приєднання переносних заземлень. Число місць встановлення переносних заземлень має вибиратися таким, щоб наведена від сусідніх струмопроводів у разі виникнення КЗ напруга між двома сусідніми точками встановлення заземлень не перевищувала 250 В.

2.2.31. У тунелях і галереях, де розміщені струмопроводи, має бути виконаним освітлення відповідно до вимог розд. 6. Освітлення тунелів і галерей має живитися від двох джерел із чергуванням приєднань ламп до обох джерел.

Там, де прокладаються струмопроводи без оболонки (ІРОО), освітлювальну арматуру має бути встановлено так, щоб було забезпечено безпечне її обслуговування. У цьому разі освітлювальна електропроводка в тунелях і галереях має бути екранованою (кабелі - з металевію оболонкою, електропроводка - у сталевих трубах тощо).

2.2.32. Під час виконання тунелів і галерей для струмопроводів мають бути дотриманими такі вимоги:

1. Споруди мають виконуватися з вогнетривких матеріалів. Будівельні несучі конструкції із залізобетону повинні мати межу вогнестійкості, не меншу 0,75 год, а з сталевих прокату - не меншу 0,25 год.

2. Вентиляцію має бути виконано такою, щоб різниця температур вхідного і вихідного повітря в разі номінального навантаження не перевищувала 15 °С. Вентиляційні отвори мають бути закритими жалюзі або

сітками і захищеними козирками.

3. Внутрішній простір тунелів і галерей не має перетинатися будь-якими трубопроводами.

4. Тунелі та галереї струмопроводів мають бути обладнаними пристроями зв'язку. Апаратура засобів зв'язку і місця її встановлення мають визначатися під час конкретного проектування.

ГНУЧКІ СТРУМОПРОВОДИ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ

2.2.33. Гнучкі струмопроводи на відкритому повітрі мають прокладатися на самостійних опорах. Суміщене прокладання струмопроводів і технологічних трубопроводів на спільних опорах не допускається.

2.2.34. Відстань між проводами розщепленої фази рекомендується приймати не меншою шести діаметрів застосовуваних проводів.

2.2.35. Відстань між струмовідними частинами і від них до заземлених конструкцій, будівель та інших споруд, а також до полотна автомобільної дороги або залізниці має прийматися згідно з гл. 2.5.

2.2.36. Зближення струмопроводів з будівлями і спорудами, що містять вибухонебезпечні приміщення, а також з вибухонебезпечними зовнішніми установками має виконуватися відповідно до вимог гл. 7.3⁵.

2.2.37. Перевірку відстаней від струмопроводів до споруд, що ними перетинаються, слід проводити з урахуванням додаткових вагових навантажень на проводи від міжфазних і внутрішньофазних розпірок і можливої максимальної температури проводу в післяаварійному режимі. Максимальна температура під час роботи струмопроводу в післяаварійному режимі приймається такою, що дорівнює плюс 70 °С.

2.2.38. Розташовувати фази кола протяжного струмопроводу рекомендується по вершинах рівностороннього трикутника.

2.2.39. Конструкція протяжного струмопроводу має передбачати можливість застосування переносних заземлень, що дозволяють безпечно виконувати роботи на вимкненому колі.

Число місць установлення переносних заземлень вибирається за 2.2.30, п. 3.

2.2.40⁶. Під час розрахунку проводів гнучких струмопроводів необхідно керуватися таким:

1. Тяжіння і напруження в проводах за різних послідовних зовнішніх навантажень мають прийматися залежно від допустимого нормативного тяжіння на фазу, зумовленого міцністю застосовуваних опор і вузлів, що сприймають зусилля.

Нормативне тяжіння на фазу слід приймати, як правило, не більше 9,8 кН (Юте).

2. Мають враховуватися додаткові вагові навантаження на проводи від міжфазних і внутрішньофазних розпірок.

⁵ Главу 7.3 скасовано.

⁶ Нумерацію пунктів глави 4.2 змінено.
Слід керуватися оновленою главою 2.5.

3. Тиск вітру на проводи має розраховуватися згідно з 2.5.30.

ГЛАВА 2.3 КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ НАПРУГОЮ до 330 кВ



МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

НАКАЗ

13 березня 2009 р.

Лг 144

м. Київ

Про затвердження та надання чинності новій редакції глави 2.3 «Кабельні лінії напругою до 330 кВ» Правил улаштування електроустановок

З метою приведення нормативної бази електроенергетичної галузі у відповідність до вимог національних стандартів і законодавства України

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити нову редакцію глави 2.3 «Кабельні лінії напругою до 330 кВ» Правил улаштування електроустановок (далі - глава 2.3 ПУЕ) та надати їй чинності через 60 днів з дати підписання цього наказу (додається).

2. Державному підприємству «Державний науково-дослідний, проектно-вишукувальний, технологічний інститут з перспектив розвитку енергетики «Енергоперспектива» (Кравченко В.Ф.) внести главу 2.3 ПУЕ до реєстру і комп'ютерного банку даних чинних нормативних документів Мінпаливенерго в установленому порядку.

3. Державному підприємству «Національна енергетична компанія «Укренерго» (Ущатовський К.В.) забезпечити видання необхідної кількості примірників глави 2.3 ПУЕ та їх надходження енергетичним компаніям і державним підприємствам, що належать до сфери управління Мінпаливенерго, та господарським товариствам, щодо яких Мінпаливенерго здійснює управління корпоративними правами держави, відповідно до їх замовлень.

4. Визнати такою, що втратила чинність, з набранням чинності глави 2.3 ПУЕ, главу 2.3 «Кабельные линии напряжением до 220 кВ» Правил устройства электроустановок, 6-е издание, М., 1985.

5. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Лучнікова В. А.

Міністр

Ю. Продан

ГЛАВА 2.3 КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ НАПРУГОЮ ДО 330 кВ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

2.3.1. Ця глава Правил поширюється на силові кабельні лінії (КЛ) напругою до 330 кВ промислової частоти, з одножильними або багатожильними кабелями з ізоляцією будь-якого типу, а також на контрольні кабелі. Вимоги цієї глави Правил в частинах, що стосуються способів прокладання кабелів, поширюються також на силові КЛ постійного струму напругою до 1,5 кВ.

Ця глава Правил поширюється на КЛ та контрольні кабелі, які прокладають під час нового будівництва та реконструкції об'єктів.

Ця глава Правил не поширюється на внутрішні кабельні мережі житлових і громадських будинків, а також на:

- КЛ спеціальних електроустановок (НПАОП 40.1-1.32 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок) і глава 7.7 ПУЕ «Торфяные электроустановки»);
- кабельні електропроводки напругою до 1кВ з фазним перерізом кабелю до 16 мм^2 (Глава 2.1 ПУЕ «Електропроводка»).

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

2.3.2. Кабельна лінія

Лінія для передавання електричної енергії або окремих її імпульсів, складена з одного або декількох паралельно прокладених кабелів, кабельної арматури, систем, що підтримують кабелі, та пристроїв кріплення і підтримування кабелів та арматури.

До систем, що підтримують кабелі та їх арматуру, належать системи кабельних трубопроводів, системи кабельних коробів, системи кабельних лотків і системи кабельних драбин.

До пристроїв кріплення і підтримування елементів КЛ належать кронштейни, консолі, підвіси, троси, скоби, затискачі, хомути, ролики, ізолятори тощо.

2.3.2.1. Кабельна вставка кінцева

КЛ, приєднана з одного кінця до повітряної лінії електропередавання, а з іншого кінця - до розподільчої установки підстанції.

2.3.2.2. Кабельна вставка проміжна

КЛ, приєднана з обох кінців до повітряної лінії електропередавання.

2.3.3. Кабельна споруда

Споруда, спеціально призначена для розміщення елементів кабельної лінії та обладнання, що забезпечує функціонування КЛ.

2.3.3.1. Кабельний блок

Кабельна споруда для прокладання в ній кабельних каналів або системи кабельних трубопроводів, з колодязями для доступу до труб (каналів).

2.3.3.2. Кабельна галерея

Надземна або наземна горизонтальна або похила протяжна прохідна кабельна споруда закритого або частково закритого типу.

2.3.3.3. Кабельна естакада

Надземна або наземна горизонтальна або похила протяжна кабельна споруда відкритого типу. Кабельна естакада може бути прохідною або непрохідною.

2.3.3.4. Кабельний канал

Протяжна непрохідна кабельна споруда закритого типу, заглиблена (частково або повністю) у ґрунт, підлогу, перекриття тощо, яка дає змогу виконувати прокладання, ремонти та огляди КЛ після відкриття перекриття.

2.3.3.5. Кабельна камера

Підземна або частково заглиблена непрохідна кабельна споруда закритого типу, призначена для розміщення кабельних муфт або для протягування кабелів у кабельні блоки, використання якої можливе лише за повністю знятого перекриття. Камеру, що має габарит між підлогою і перекриттям не менший ніж 1,8 м, а також має люк для входу в камеру, називають *кабельним колодязем*.

2.3.3.6. Кабельний поверх

Кабельна споруда у вигляді частини будівлі, обмеженої підлогою та перекриттям над підлогою, з вертикальною відстанню між підлогою та частинами перекриття, що виступають, не меншою ніж 1,8 м. Кабельний поверх, підлога якого розташована нижче рівня планування території будівлі і який є частиною фундаменту будівлі, називають *кабельним підвалом*.

2.3.3.7. Кабельний тунель

Протяжна прохідна кабельна споруда закритого типу (коридор) з розташованими в ній опорними конструкціями для розміщення на них елементів кабельної системи, з вільним проходом по всій довжині, який дозволяє проводити прокладання, ремонти та огляди КЛ. Кабельний тунель, призначений для розміщення крім КЛ інших інженерних комунікацій, який дає змогу виконувати прокладання комунікацій, їх ремонти та огляди, називають *колектором комунікаційним*.

2.3.3.8. Кабельна шахта

Вертикальна кабельна споруда, висота якої в декілька разів перевищує розміри діаметра або ширини стіни споруди, обладнана скобами або драбиною для пересування людей у вертикальному напрямку (прохідна шахта). Якщо за конструкцією шахти можна знімати одну стінку повністю або частково, таку шахту називають непрохідною.

2.3.3.9. Подвійна підлога

Кабельна споруда у вигляді частини будівлі, обмеженої міжповерховим перекриттям та підлогою приміщення над ним, зі зйомними плитами підлоги (по всій або частині поверхні).

2.3.4. Кабельна арматура

Різновиди кабельних муфт (з'єднувальні, кінцеві, перехідні, штекерні, екранороздільні тощо), вироби для з'єднання і заземлення кабельних екранів, компенсатори, а також баки тиску.

2.3.4.1. З'єднувальна коробка

Коробка, у якій з'єднувальні і (або) заземлюючі елементи виготовлено у вигляді рухомих з'єднань і яка може мати обмежувачі напруги на кабельному екрані (стандарт ISE 50 (461), поз. 461-15-03).

2.3.4.2. З'єднувальна муфта

Пристрій, який забезпечує з'єднання двох кабелів для утворення неперервного ланцюга струму (стандарт ISE 50 (461), поз. 461-03-04).

2.3.4.3. Кінцева муфта

Кінцевий пристрій, який встановлюють на кінці кабелю для забезпечення його електричного з'єднання з іншими частинами системи та для захисту ізоляції до точки приєднання (стандарт ISE 50 (461), поз. 461-03-03).

2.3.5. Кабельна лінія маслонаповнена

КЛІ маслонаповнена (КЛІМ) - КЛІ, що складена з маслонаповнених кабелів, їх арматури, апаратів підживлення, системи сигналізації тиску масла та іншого обладнання, призначеного для нормального функціонування лінії.

2.3.5.1. Кабельна лінія маслонаповнена низького тиску

КЛІМ з маслонаповненими кабелями, у яких тривалий допустимий надлишковий тиск масла становить 0,0245-0,294 МПа - для кабелів у свинцевій оболонці або 0,0245-0,49 МПа - для кабелів у алюмінієвій оболонці.

2.3.5.2. Кабельна лінія маслонаповнена високого тиску

КЛІМ з маслонаповненими кабелями, у яких тривалий допустимий надлишковий тиск масла становить 1,08-1,57 МПа.

2.3.6. Повітряно-кабельне з'єднання

Повітряно-кабельне з'єднання (ПКЗ) - з'єднання повітряної і кабельної лінії електропередавання, виконане на конструкціях опори повітряної лінії з установкою кабелів, кабельних муфт, роз'єднувача та обмежувача перенапруг за необхідності. Повітряно-кабельне з'єднання, що виконане у конструкціях наземної розподільчої установки, називають *перехідним пунктом*.

2.3.7. Пункт підживлення

Наземна, наземна або підземна споруда з апаратами та обладнанням підживлення ізоляційним маслом (баки підживлення, баки тиску, агрегати підживлення тощо).

2.3.7.1. Агрегат підживлення

Автоматично діюча установка, складена з баків, pomp, труб, перепускних клапанів, вентилів, щита автоматики та іншого обладнання, призначеного для забезпечення підживлення ізоляційним маслом КЛІМ високого тиску.

2.3.8. Розгалужувальний пристрій

Частина КЛМ високого тиску між кінцем сталюгого трубопроводу і кінцевими однофазними муфтами.

2.3.9. Система кабельних лотків або система кабельних драбин

Конструкція для підтримання кабелів, яку монтують із кабельних лотків або кабельних драбин та інших складових частин системи (ДСТУ 4754:2007, поз. 3.1).

2.3.9.1. Кабельна драбина

Складова частина системи, яку використовують для підтримання кабелів і яка складена із опорних бокових частин, скріплених між собою щаблями (ДСТУ 4754:2007, поз. 3.4).

2.3.9.2. Кабельний лоток

Складова частина системи, яку використовують для підтримання кабелів і яка складена із основи з боковими частинами або основи, на якій закріплюють бокові частини (ДСТУ 4754:2007, поз. 3.3). Кабельні лотки для прокладання кабелів у кабельних спорудах виконують металевими, неметалевими або композитними. Кабельні лотки для прокладання кабелів у ґрунті чи на поверхні ґрунту виконують залізобетонними.

2.3.10. Система кабельних коробів

Закрита конструкція електропроводки, що складається з кабельних коробів та інших складових частин системи, призначена для прокладання, розміщення та захисту ізольованих проводів і кабелів, яка забезпечує їх заміну та (або) закріплення на ній іншого електрообладнання (ДСТУ 4499*1, поз. 3.1).

2.3.10.1. Кабельний короб зі знімною кришкою

Прямолінійний елемент системи некруглого поперечного перерізу, що складається з основи та знімної кришки (ДСТУ 4499*1, поз. 3.3).

2.3.10.2. Кабельний короб глухий

Прямолінійний елемент системи некруглого поперечного перерізу, який має суцільні стінки та не має знімної кришки (ДСТУ 4499-1, поз. 3.4).

2.3.11. Паперова імпрегнована ізоляція

Ізоляція, виготовлена обмотуванням жили паперовими стрічками і насичена ізоляційним матеріалом (стандарт ІБС 50461, поз. 461-02-04).

2.3.12. Система кабельних трубопроводів

Закрита конструкція кабельної електропроводки, яку монтують з кабельних трубопроводів і трубопровідної арматури і (або) кріпильних пристроїв, призначена для захисту та прокладання ізольованих проводів і (або) кабелів у електричних або телекомунікаційних установках, через яку їх протягують (ДСТУ 4549-1, поз. 3.1).

2.3.12.1. Кабельний трубопровід

Складова частина закритої системи електропроводки з кільцевим поперечним перерізом, призначена для розміщення ізольованих проводів і (або) кабелів у електричних або телекомунікаційних установках, через яку їх протягують (ДСТУ 4549-1, поз. 3.2).

2.3.12.2. Металевий кабельний трубопровід

Кабельний трубопровід, виготовлений тільки з металевих матеріалів (ДСТУ 4549-1, поз. 3.4).

2.3.12.3. Неметалевий кабельний трубопровід

Кабельний трубопровід, виготовлений тільки з неметалевих матеріалів, які не мають жодних металевих компонентів (ДСТУ 4549-1, поз. 3.5).

2.3.13. Струмопровідний (загальний) екран

Накладений на кабель заземлений металевий шар, який обмежує електричне поле в межах кабелю та (або) захищає кабель від дії зовнішніх електричних полів (стандарт ІСЕ 50 (461), поз. 461-03-04).

2.3.14. Територія стисненої забудови

Забудована територія з великою щільністю інженерних комунікацій і споруд.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.3.15. Уздовж КЛ, що прокладають за межами територій електроустановок і приміщень, потрібно встановлювати охоронні зони відповідно до чинних правил охорони електричних мереж.

2.3.16. Силові КЛ потрібно виконувати таким чином, щоб у процесі монтажу та експлуатації унеможливити виникнення в них небезпечних механічних напружень і пошкоджень, для чого:

- кабелі потрібно укладати з запасом по довжині на 1-2% для компенсації можливих зсувів ґрунту та температурних деформацій самих кабелів і конструкцій, по яких вони прокладені; у траншеях і на поверхах усередині будівель запас створюють укладанням кабелю «змійкою», а по кабельних конструкціях -провисанням у прогонах між конструкціями; укладати запас кабелю у вигляді кілець (витків) заборонено;

- кабелі, прокладені горизонтально по конструкціях, стінах, перекриттях тощо, потрібно жорстко закріплювати в кінцевих точках з обох боків у місцях згинання і безпосередньо біля муфт будь-якого типу;

- кабелі, прокладені вертикально по конструкціях і стінах, треба закріплювати таким чином, щоб унеможливити деформацію оболонки і не порушувати з'єднання жил у муфтах під дією власної ваги кабелів;

- конструкції, на яких укладають неброньовані кабелі, потрібно виконувати таким чином, щоб унеможливити механічне пошкодження оболонки кабелів; у місцях жорсткого кріплення оболонки цих кабелів слід захищати від механічних пошкоджень та корозії з використанням еластичних прокладок;

- металеві конструкції, що підтримують кабелі в разі їх розташування під відкритим небом, мають бути оцинкованими;

- кабелі (у тому числі броньовані) у місцях, де можливі механічні пошкодження (пересування автотранспорту, механізмів і вантажів, доступ для сторонніх осіб), потрібно захищати по висоті на 2 м - для кабелів до 10 кВ, 3 м - для кабелів 35 кВ і вище від рівня підлоги або землі та на 0,3 м - у землі (див. також 2.3.99);

- у разі прокладання кабелів поряд з іншими кабелями, які знаходяться в

експлуатації, потрібно вживати заходів для попередження пошкодження останніх; не дозволено експлуатацію кабелів, які мають пошкоджену ізоляцію кабелю чи струмопровідного екрана, або ізоляцію, що втратила в процесі експлуатації захисні властивості;

- кабелі потрібно прокладати на відстані від нагрітих поверхонь, щоб уникнути нагрівання кабелів до температури, більшої за допустиму, при цьому треба враховувати захист кабелів від заливання гарячими рідинами в місцях установлення засувок та фланцевих з'єднань на трубах з гарячими рідинами.

Під час прокладання КЛ треба уникати перетину їх між собою. За необхідності перетину КЛ, що прокладені в ґрунті, треба керуватися вимогами 2.3.69, а в інших випадках у місцях перетину треба використовувати багаторівневі лотки або розділяти КЛ перегородками, виконаними із негорючих матеріалів для запобігання пошкодженню електричною дугою кабелів різних КЛ у разі виникнення короткого замикання (КЗ) на одному із кабелів. Для КЛ, що виконані із трьох одножильних кабелів, допускається перетин кабелів за транспозиції кабелів різних фаз (див. 2.3.124, спосіб 1).

2.3.17. Кабельні мережі напругою до 35 кВ доцільно обладнувати селективним захистом від однофазного замикання на землю (033) з імовірністю ідентифікації пошкодженої КЛ не менше ніж 0,8 із наступним її вимиканням. У такому разі мережу треба обладнувати пристроями автоматичного повторного вмикання, які спрацьовують після вимикання пошкодженої КЛ захистом від 033.

В електричних кабельних мережах з номінальною напругою 6,10,15,75і27 кВ у разі, якщо за відсутності захисту від 033 час перебування КЛ в режимі однофазного замикання на землю до усунення пошкодження може становити понад 8 год, треба застосовувати підвищений клас ізоляції кабелю, а саме: 10 кВ - у мережі 6 кВ; 15 кВ - у мережі 10 кВ; 20 кВ - у мережі 15,75 кВ; 35 кВ - у мережі 27 кВ.

2.3.18. Кабельні споруди та конструкції, по яких укладають кабелі, треба виконувати з негорючих матеріалів відповідно до класифікації за ДСТУ Б В.2.7- 19-95 «Матеріали будівельні. Методи випробувань на горючість». Заборонено встановлювати в кабельних спорудах будь-які тимчасові пристрої, а також зберігати в них матеріали та устаткування.

2.3.19. Прокладати КЛ під відкритим небом слід з урахуванням нагрівання кабелів безпосередньо від дії сонячного випромінювання і застосовувати кабелі з оболонкою, стійкою до ультрафіолетового випромінювання. Під час прокладання КЛ як під відкритим небом, так і в приміщеннях слід урахувати тепловипромінювання від різних джерел тепла.

Кабелі на ділянках прокладання по конструкціях повітряно-кабельного з'єднання (ПКЗ) слід захищати від дії ультрафіолетового випромінювання, якщо оболонки струмопровідних екранів кабелю нестійкі до такого випромінювання.

2.3.20. Під час прокладання кабелів, а також виконання кабельних

окінцевань внутрішні радіуси кривих згинання кабелів (по відношенню до їх зовнішнього діаметра) повинні мати кратності, не менші від зазначених у відповідних стандартах або технічних умовах на відповідні марки кабелів.

2.3.21. Улаштовувати кабельні колодязі або камери треба в місцях розташування з'єднувальних, стопорних і напівстопорних муфт КЛМ, перехідних, стопорно-перехідних та екранороздільних муфт КЛ, а також в інших місцях траси КЛ відповідно до умов будівництва і обслуговування КЛ (див. також 2.3.53, 2.3.82, 2.3.83 і 2.3.105).

2.3.22. Зусилля натягу під час прокладання кабелів і протягування їх у трубах і блоках визначають механічними напруженнями, допустимими для жил і оболонки. Розрахунок зусиль натягу під час прокладання одножильних кабелів наведено в додатку А. Допустимі зусилля натягу багатожильних силових кабелів приймають відповідно до 3.58, 3.76 та 3.77 СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства».

2.3.23. Кожна КЛ повинна мати свій номер (№) або найменування. Якщо КЛ складається з декількох паралельних кабелів, то кожний з них повинен мати такий самий номер з додаванням цифри через дріб (№/1, №/2), а в разі застосування однофазних кабелів напругою понад 1 кВ треба додатково виконувати також їх маркування по фазах літерами B_1 , B_2 , B_3 . Кабелі, прокладені під відкритим небом, та всі кабельні муфти мають бути промарковані бирками з позначенням на них марки кабелю, його напруги та перерізу, номера або найменування КЛ; на бирках з'єднувальних муфт - номера муфти і дати монтажу. Бирки мають бути стійкими до впливу навколишнього середовища. На кабелях, прокладених у кабельних спорудах, бирки розташовують по довжині не рідше ніж через кожні 50 м.

2.3.24. На трасі КЛ, прокладеної в незабудованій місцевості, мають бути встановлені розпізнавальні знаки, зокрема в місцях повороту траси, у місцях розташування з'єднувальних муфт, з обох боків перетину з дорогами і підземними спорудами, біля введів у будівлі та через кожні 100 м на прямих ділянках траси. Траса КЛ, прокладена через орні землі, має бути позначена знаками, які встановлюють не рідше ніж через 500 м, а також у місцях зміни напрямку траси.

ВИБІР СПОСОБІВ ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ

2.3.25. Під час вибору способів прокладання силових КЛ напругою до 35 кВ необхідно керуватися таким:

1. Під час прокладання КЛ у ґрунті дозволено в одній траншеї прокласти не більше шести силових кабелів. За більшої кількості кабелів їх треба прокласти в окремих траншеях з відстанню між групами кабелів не меншою ніж 0,5 м, або в кабельних каналах, тунелях, по естакадах та в галереях, шахтах і колекторах (див. також 2.3.31).

У разі прокладання в ґрунті КЛ підвищеної відповідальності, що живлять електроприймачі категорії I та особливої категорії, відстань від кабелів цих КЛ до кабелів інших КЛ має становити не менше ніж 1 м. За неможливості

додержання цієї відстані КЛ підвищеної відповідальності треба прокладати в трубопроводах.

2. Прокладати КЛ у тунелях, по естакадах та в галереях доцільно за кількості силових кабелів, що йдуть в одному напрямку, більше 20-ти з урахуванням перспективи розвитку електромережі.

3. В умовах великого скупчення будівель і комунікацій по трасі, у місцях перетину із залізничними коліями та проїздами, за ймовірності розливання агресивних рідин, металу тощо прокладати кабелі треба в блоках і трубопроводах.

4. Допускається прокладати КЛ способом підвішування на сталюму канаті за умови виконання вимог СНиП 3.05.06-85 «Электротехнические устройства».

2.3.26. Прокладання КЛ напругою від ПокВ до 330 кВводній траншеї дозволено в кількості не більше двох, причому одного класу напруги.

2.3.27. На територіях електростанцій силові КЛ напругою до 35 кВ треба прокладати в кабельних тунелях, каналах, блоках, у системах кабельних коробів, по естакадах та в галереях. На територіях електростанцій потужністю до 25 МВт, а також на вітрополях вітроелектростанцій кабелі напругою до 35 кВ дозволено прокладати в траншеях. На електростанціях потужністю понад 25 МВт прокладати силові кабелі в траншеях дозволено тільки до віддалених допоміжних об'єктів (склади палива, майстерні) за кількості не більше шести кабелів у одній траншеї.

2.3.28. На територіях промислових підприємств КЛ можна прокладати в ґрунті (у траншеях), тунелях, блоках, каналах, по кабельних естакадах, у галереях, по стінах будівель, а також у комбінованих спорудах (колекторах, технологічних естакадах тощо).

2.3.29. На територіях підстанцій (ПС) і розподільчих установок (РУ) основні потоки КЛ треба прокладати в залізобетонних лотках, кабельних каналах і тунелях. Допускається прокладати КЛ в системах кабельних коробів (перфорованих або решітчастих), системах кабельних трубопроводів, по естакадах та в галереях, а також у ґрунті (у траншеях).

2.3.30. У містах і селищах одиничні КЛ треба прокладати переважно в ґрунті (у траншеях) непроїзної частини вулиць (під тротуарами), через двори і технічні смуги у вигляді газонів. Допускається прокладати кабелі під проїзною частиною вулиць.

2.3.31. По вулицях і майданах, насичених підземними комунікаціями, прокладати КЛ у кількості 10 і більше в одному напрямку треба в кабельних тунелях і в кабельних блоках або, переважно для КЛ напругою понад 20 кВ, - у комунікаційних колекторах спільно з іншими комунікаціями (з урахуванням чинних вимог до такого виду споруд). За перетину вулиць і майданів із удосконаленими покриттями та інтенсивним рухом транспорту КЛ треба прокладати в кабельних блоках або трубопроводах.

2.3.32. У середині будинків КЛ можна прокладати безпосередньо по

конструкціях будинків (під відкритим небом, у системі кабельних лотків і драбин та в коробах або трубах), у каналах, блоках, тунелях, трубах, прокладених у підлогах і перекриттях, а також по фундаментах машин, у шахтах, кабельних поверхах і подвійних підлогах. Прокладати кабелі транзитом через будинки заборонено.

2.3.33. КЛМ можна прокладати в тунелях і галереях та в ґрунті (у траншеях) з урахуванням вимог 2.3.25 і 2.3.26.

ВИБІР КАБЕЛІВ ТА ЇХ КОНСТРУКЦІЇ

2.3.34. Для КЛ можна застосовувати кабелі з ізоляцією будь-якого типу, однак застосовувати маслонаповнені кабелі не бажано.

Перерізи струмопровідних жил силових одножильних кабелів з ізоляцією зі зшитого поліетилену (ЗПЕ) напругою від 6 кВ до 330 кВ вибирають відповідно до 2.3.117-2.3.120, а вибір перерізів струмопровідних екранів таких кабелів - відповідно до 2.3.121, 2.3.122.

Перерізи багатожильних силових кабелів з ізоляцією іншого типу напругою до 35 кВ вибирають відповідно до глави 1.3 ПУЕ « Выбор проводников по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны».

Перерізи та конструктивні параметри маслонаповнених кабелів приймають за даними виробника кабельної продукції.

2.3.35. Для КЛ, що прокладають по трасах з різними умовами навколишнього середовища, які проходять у різних ґрунтах, переріз кабелів та їх конструкції треба вибирати по ділянці з найбільш складними умовами охолодження, якщо довжина ділянок з менш складними умовами не перевищує будівельної довжини кабелю. На окремій ділянці траси КЛ напругою понад 10 кВ з відмінними від інших ділянок умовами і за довжини ділянки, що перевищує будівельну довжину кабелю більше ніж у два рази, допускається вибирати перерізи кабелів та їх конструкції, відмінні від кабелів на інших ділянках. При цьому потрібно додержуватись умов за 2.3.63 та 2.3.71.

2.3.36. Для КЛ, що прокладають по трасах з різними умовами охолодження, перерізи кабелів треба вибирати по ділянці траси зі складнішими умовами охолодження, якщо довжина КЛ становить більше 10 м. Дозволено для КЛ напругою до 10 кВ, за винятком КЛ, прокладених під водою, застосовувати кабелі різних перерізів, але не більше трьох, за умови, що довжина найменшого відрізка становить не менше ніж 20 м.

2.3.37. Для КЛ, що прокладають у ґрунті або під водою, треба застосовувати переважно броньовані кабелі. Металеві оболонки цих кабелів повинні мати зовнішнє покриття для захисту від хімічних впливів. Кабелі з іншими конструкціями зовнішніх захисних покриттів (неброньовані) повинні мати необхідну стійкість до механічних впливів у разі прокладання в усіх видах ґрунтів, у разі протягування їх у блоках і трубах, а також мати стійкість відносно теплових і механічних впливів під час експлуатаційно-ремонтних робіт.

2.3.38. У кабельних спорудах і виробничих приміщеннях за відсутності небезпеки механічних пошкоджень під час експлуатації дозволено прокладати неброньовані кабелі, а за наявності небезпеки механічних пошкоджень треба застосовувати броньовані кабелі або захист кабелів від механічних пошкоджень.

Поза кабельними спорудами дозволено прокладати неброньовані кабелі

на недоступній висоті (не менше ніж 2 м); на меншій висоті прокладати неброньовані кабелі дозволено за умови їх захисту від механічних пошкоджень у системах кабельних трубопроводів і коробів.

У разі змішаного прокладання: ґрунт - виробниче приміщення, або ґрунт - кабельна споруда (за винятком споруд, призначених для прокладання кабелів у ґрунті, наведених у пункті 2.3.39) треба застосовувати кабелі, стійкі до пошкоджень у ґрунті та до поширювання полум'я залежно від способу прокладання і об'єму неметалевих елементів кабелів у одиницях довжини прокладання.

Зазначений у цьому та інших пунктах Правил, показник пожежної небезпеки кабелів «стійкість до поширювання полум'я» визначається для поодинокі прокладених кабелів за п. 4.1 ДСТУ 4809:2007 «Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування», а для кабелів прокладених в пучках (два і більше кабелів) визначається за п. 4.2 ДСТУ 4809:2007.

2.3.39. У разі прокладання КЛ у кабельних спорудах, а також у виробничих приміщеннях слід застосовувати кабелі, стійкі до поширювання полум'я.

Допускається застосування контрольних кабелів, нестійких до поширювання полум'я, у випадках, передбачених пунктом 2.3.93 цих Правил.

Металеві оболонки кабелів та металеві поверхні, по яких прокладені кабелі, мають бути захищені негорючим антикорозійним покриттям.

У разі прокладання КЛ у приміщеннях з агресивним середовищем треба застосовувати кабелі, стійкі до впливу цього середовища.

2.3.40. Для КЛ електростанцій, РУ і ПС потрібно застосовувати кабелі, броньовані сталевією стрічкою, стійкі до поширювання полум'я. На електростанціях і підстанціях застосовувати кабелі з горючою ізоляцією (заГОСТ 12.1.044-89) заборонено.

2.3.41. Для КЛ, що прокладають у кабельних блоках і трубопроводах, треба застосовувати переважно неброньовані кабелі у свинцевій підсиленій оболонці. На ділянках блоків і труб, а також відгалужень від них довжиною до 50 м дозволено прокладати броньовані кабелі у свинцевій або алюмінієвій оболонці без зовнішнього покриття з кабельної пряжі. Для КЛ, що прокладають у трубах, дозволено застосовувати кабелі у пластмасовій або гумовій оболонці.

2.3.42. Для прокладання КЛ у ґрунтах, які містять речовини, що руйнівні діють на оболонки кабелів (солончаки, болота, насипний ґрунт зі шлаками та будівельним сміттям), а також у зонах, небезпечних через вплив електрокорозії, треба застосовувати кабелі зі свинцевими оболонками і посиленим захисним покриттям типів Б_д, Бз або кабелі з алюмінієвою оболонкою та особливо посиленим захисним покриттям типів Б_в, Б_п (у суцільному вологостійкому пластмасовому шлангу).

2.3.43. Для прокладання КЛ у ґрунтах, які піддаються зсуву, треба застосовувати кабелі із дротяною бронею або вживати заходів щодо усунення

зусиль, які діють на кабель у разі зсуву ґрунту (зміцнення ґрунту за допомогою шпунтових рядів тощо).

2.3.44. У місцях перетину КЛ струмків, їхніх заплав, канав і боліт треба застосовувати такі самі кабелі, як і для прокладання в ґрунті (див. також 2.3.74).

2.3.45. Для КЛ, що прокладають по залізничних мостах, а також по інших мостах з інтенсивним рухом транспорту, потрібно застосовувати броньовані кабелі в алюмінієвій оболонці (див. також 2.3.110).

2.3.46. Для КЛ пересувних механізмів треба застосовувати гнучкі кабелі з гумовою або іншою аналогічною ізоляцією, які витримують багаторазові згинання.

2.3.47. Для КЛ з багатожильними кабелями напругою до 35 кВ, які прокладають під водою, треба застосовувати кабелі з бронєю із круглого дроту, по можливості, однієї будівельної довжини. Для збільшення будівельної довжини дозволено застосовувати одножильні кабелі.

У місцях переходу КЛ із берега в море за наявності сильного морського прибою у разі прокладання кабелю на ділянках річок із сильною течією і берегами, що зазнають розмивання, а також на великій глибині (до 40-60 м) належить застосовувати кабелі з подвійною металевою бронєю або інші кабелі, броня яких може захистити кабель.

Застосовувати кабелі з гумовою ізоляцією в полівінілхлоридній оболонці, а також кабелі в алюмінієвій оболонці без спеціальних водонепроникних покриттів для прокладання у воді заборонено.

У разі прокладання КЛ через невеликі несудноплавні та несплавні річки шириною (разом із затоплюваною заплавою) не більшою ніж 100 м, зі стійкими руслом і дном дозволено застосовувати кабелі зі стрічковою бронєю.

Тип і конструкцію кабелів напругою від 110 кВ до 330 кВ для підводного прокладання визначають проектом залежно від умов застосування.

2.3.48. У разі прокладання КЛ напругою до 35 кВ на вертикальних і похилих ділянках траси з різницею рівнів, що перевищує допустиму встановлену технічними умовами різницю для кабелів з паперовою нормально імпрегнованою ізоляцією, слід застосовувати кабелі з нестікаючою ізоляцією, імпрегнованою в масі, кабелі зі збіднено-імпрегнованою паперовою ізоляцією та кабелі з гумовою або пластмасовою ізоляцією (див. також 2.3.54).

На вертикальних і похилих ділянках траси найбільш доцільним є застосування кабелів з ізоляцією із ЗПЕ.

2.3.49. Для мережі змінного струму напругою до 1 кВ та мережі постійного струму напругою до 1,5 кВ кількість жил у кабелі вибирають відповідно до вимог глави 1.7 ПУЕ «Заземлення і захисні заходи електробезпеки», залежно від системи заземлення мережі та захисту від ураження електричним струмом.

У чотири- і п'ятипровідних мережах змінного струму напругою до 1 кВ необхідно застосовувати чотири- та п'ятижильні кабелі. Прокладати PEN- та PE-провідники окремо від фазних провідників заборонено. У системі

заземлення TN-C допускається застосовувати трижильні силові кабелі в алюмінієвій оболонці із використанням їхньої оболонки як PEN-провідника, за винятком установок, у яких за нормальних умов експлуатації струм у PEN-провіднику становить більше ніж 75% допустимого тривалого струму фазного проводу. У системі заземлення TN-S дозволено застосовувати чотирижильні силові кабелі в алюмінієвій оболонці із використанням їхньої оболонки як PE-провідника.

2.3.50. Тип і конструкцію кабелів напругою від 110 кВ до 330 кВ визначають проектом залежно від умов застосування, з дотриманням вимог цих Правил та вимог виробника кабельної продукції. Переріз кабелів такої напруги вибирають без перевірки за економічною щільністю струму.

2.3.51. У разі застосування одножильних кабелів, конструкція яких не передбачає екранування струмопровідної жили відносно землі, і при цьому кабелі прокладають над поверхнею землі, слід виконувати розрахунки напруженості електричного поля (ЕП) промислової частоти, що створюється КЛ. Напруженість ЕП на висоті 1,8 м від поверхні ґрунту або підлоги над місцем прокладання КЛ не має перевищувати гранично допустимих значень, наведених у таблиці 2.3.1 для певних територій.

У разі застосування одножильних кабелів будь-якої конструкції і напруги треба виконувати розрахунки індукції магнітного поля (МП) промислової частоти, що створюється КЛ. Індукція МП на висоті 0,5 м від поверхні ґрунту або підлоги над місцем прокладання КЛ не має перевищувати тимчасових гранично допустимих рівнів, наведених у таблиці 2.3.2 для певних територій.

Таблиця 2.3.1. Гранично допустимі значення напруженості електричного поля для ліній електропередавання

Територія, на якій регламентують рівень ЕП промислової частоти	Напруженість ЕП, кВ/м
Усередині житлових приміщень	0,5
Територія зони житлової забудови	1
Населена місцевість поза зоною житлової забудови (землі в межах міста з урахуванням перспективного розвитку на 10 років, приміські та зелені зони, курорти, землі селищ міського типу в межах селищної межі та сільських населених пунктів у межах цих пунктів), а також території городів і садів	5
Територія перетину КЛ з автомобільними шляхами I-IV категорій	10
Ненаселена місцевість (незабудована територія, доступна для людей і транспорту) та сільськогосподарські угіддя	15
Важкодоступна місцевість (недоступна для транспорту та сільськогосподарських машин) та ділянки, спеціально відгороджені для унеможливлення доступу людей	20

Таблиця 2.3.2. Тимчасові гранично допустимі рівні магнітного поля над місцем прокладання КЛ

Територія, на якій регламентують рівень МП промислової частоти	Індукція МП, мкТл
У середині житлових приміщень	0,5
На віддалі 50 см від стін житлових приміщень і від побутових електричних приладів	3*)
Територія зони житлової забудови	10
Населена місцевість поза зоною житлової забудови (землі в межах міста з урахуванням перспективного розвитку на 10 років, приміські та зелені зони, курорти, землі селищ міського типу в межах селищної межі та сільських населених пунктів у межах цих пунктів), а також території городів і садів	20
Ненаселена місцевість (незабудована територія, яку відвідують люди, доступна для транспорту) та сільськогосподарські угіддя	50
*) Гранично допустимі рівні застосовують для кабелів та електропроводок, прокладених у стінах	

Під час прокладання КЛ у поселеннях (ДБН 360-92** «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень», п. 8.24) індукція МП КЛ з одножильними кабелями напругою 6 кВ і вище, прокладених під землею, має становити на сельбищній території поселень не більше ніж 10 мкТл на висоті 0,5 м над поверхнею ґрунту.

З'ЄДНАННЯ ТА ОКІНЦЬВАННЯ КАБЕЛІВ

2.3.52. Під час з'єднання та окінцевання силових кабелів треба застосовувати конструкції муфт, що відповідають умовам їх роботи та навколишнього середовища. З'єднання та окінцевання на КЛ мають бути виконані таким чином, щоб кабелі були захищені від проникнення в них вологи та інших шкідливих речовин з навколишнього середовища і щоб з'єднання та окінцевання витримували випробувальні напруги згідно з чинними нормами експлуатації КЛ.

2.3.53. Для з'єднувальних і стопорних муфт КЛМ низького тиску необхідно застосовувати тільки латунні або мідні муфти.

Довжина секцій і місця установлення стопорних муфт на КЛМ низького тиску визначають з урахуванням підживлення КЛ маслом у нормальному та перехідному теплових режимах.

Стопорні та напівстопорні муфти на КЛМ треба розміщувати в кабельних колодязях; з'єднувальні муфти, у разі прокладання кабелів у ґрунті, необхідно розміщувати в камерах, що підлягають подальшому засипанню просіяною землею або піском.

У районах з електрифікованим транспортом (метрополітени, трамваї,

залізниці) або з агресивними стосовно металевих оболонок і муфт КЛ ґрунтами з'єднувальні муфти мають бути доступними для контролю.

2.3.54. На КЛ із кабелями з нормально імпрегнованою паперовою ізоляцією і кабелями з нестікаючою ізоляцією, імпрегнованою в масі, кабелі треба з'єднувати за допомогою стопорно-перехідних муфт, якщо рівень прокладання кабелів з імпрегнованою паперовою ізоляцією вище рівня прокладання кабелів з нестікаючою ізоляцією, імпрегнованою в масі (див. також 2.3.48).

2.3.55. На КЛ напругою понад 1 кВ із гнучкими кабелями з гумовою ізоляцією в гумовому шлангу кабелі треба з'єднувати гарячою вулканізацією з покриттям вологостійким лаком.

2.3.56. На КЛ напругою понад 1 кВ із кабелями з ізоляцією із ЗПЕ для усіх видів муфт (з'єднувальних, кінцевих, перехідних, екранороздільних тощо) потрібно застосовувати тільки муфти з системою вирівнювання напруженості ЕП.

2.3.57. Кількість з'єднувальних муфт на 1 км силових КЛ нового будівництва має бути не більшою ніж:

- з трижильними кабелями 1-10 кВ перетином до $3 \times 95 \text{ мм}^2$ - 4 шт;
- з трижильними кабелями 1-10 кВ перетинами 3×120 - $3 \times 240 \text{ мм}^2$ - 5 шт;
- з трижильними кабелями 20-35 кВ - 6 шт;
- з одножильними кабелями 6-35 кВ - 2 шт.

Для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ кількість з'єднувальних та екранороздільних муфт визначають проектом, виходячи із використання, по можливості, максимальної будівельної довжини кабелю.

Кількість муфт для кабелів напругою до 1 кВ змінного струму та до 1,5 кВ постійного струму не нормується.

Використовувати маломірні відрізки кабелів для споруджування КЛ значної довжини (понад 1 км) заборонено.

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ У ҐРУНТІ

2.3.58. Прокладають кабелі безпосередньо в ґрунті у траншеях на відстані від стінок траншеї не менше ніж 0,1 м, з підсипанням під кабель шару ґрунту товщиною 0,1м, який повинен складатися з просіяного ґрунту без камінців, будівельного сміття та шлаку. Таким самим ґрунтом спочатку засипають кабель до висоти 0,1м від верху кабелю або кабельної групи.

Для підсипання та засипання кабелів з ізоляцією із ЗПЕ потрібно застосовувати піщано-гравійну суміш. Залежно від стану ґрунту можна використовувати також піщано-цементну суміш. Співвідношення піску та гравію (цементу) має бути таким, щоб теплопровідність цієї суміші відповідала вимогам заводу-виробника кабельної продукції.

У разі прокладання кабелів у залізобетонних лотках, покладених у траншею, піщано-гравійну (піщано-цементну) суміш шаром 0,1м треба підсипати в лоток під кабель. Після укладання кабелю (групи кабелів) у залізобетонний лоток спочатку засипають кабелі в лотку і простори між

стінками лотка і траншеї. Відстань початкового засипання від стінок лотка має становити 0,1 м.

Для створення умов природного зволоження ґрунту навколо кабелів (див. також 2.3.67) треба використовувати бокові стінки залізобетонних лотків з прорізами або захисні залізобетонні плити укладати на шар ґрунту, вищий за рівень стінок лотка на 0,1 м.

У ґрунті, яким засипають траншею поверх початкового шару, мають бути відсутні речовини, що руйнують оболонку кабелю.

До укладання лотків на дно траншеї для запобігання їх просіданню (зрушенню з місця) у процесі експлуатації КЛ під впливом ґрунтових або технічних (аварійних) вод потрібно вирівнювати дно траншеї на площі укладання лотків та підсипати його шаром піску не менше 0,1 м.

2.3.59. Кабелі по всій довжині траси КЛ треба захищати від механічних пошкоджень або прокладати над ними сигнальні пластмасові стрічки.

Для КЛ напругою від 35 кВ до 330 кВ потрібно поверх початкового шару ґрунту укладати залізобетонні плити товщиною не менше 0,05 м, та шириною, за якої плити будуть виступати за крайні кабелі не менше ніж на 0,05 м. Над плитами по центру траншеї потрібно укладати одну сигнальну стрічку на висоті 0,25 м від площини захисних плит.

Для КЛ напругою до 20 кВ потрібно поверх початкового шару ґрунту прокладати сигнальні стрічки на висоті 0,25 м від верху кабелю або на такій самій висоті укладати один шар глиняної цегли (без порожнин) поперек траси.

Для захисту кабелів напругою до 20 кВ від механічних пошкоджень використовувати глиняну цеглу треба лише на ділянках траси, де за наявності інших підземних комунікацій можливі часті розкопування.

У разі розташування в траншеї тільки одного кабелю сигнальну стрічку прокладають по осі кабелю. За більшої кількості кабелів краї стрічки (або стрічок) мають виступати за крайні кабелі не менше ніж на 0,05 м.

Для КЛ напругою до 20 кВ, що живлять струмоприймачі категорії I та особливої групи категорії I, і тих, що прокладають від ПС до розподільчих пунктів (РП) або трансформаторних пунктів (ТП), потрібно укладати додаткову сигнальну стрічку по центру траншеї на висоті 0,25 м від основної стрічки (стрічок).

У разі використання глиняної цегли для захисту кабелю в траншеї, ширина якої менше 0,25 м, дозволено укладати цеглу вздовж траси КЛ.

2.3.60. Прокладати КЛ в траншеї треба на глибину від планованої відмітки території, не меншу ніж:

- 0,7 м - для КЛ напругою до 20 кВ;
- 1,0 м - для КЛ напругою 27 і 35 кВ;
- 1,5 м - для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ.

Прокладання КЛ на більшу глибину необхідно обґрунтовувати згідно з проектом.

Прокладати КЛ напругою до 20 кВ через орні землі та на перетинах вулиць і майданів треба на глибину не меншу ніж їм. За такої глибини закладання кабелів орні землі можна використовувати під посіви.

На вводах КЛ до споруд, а також у місцях їх перетину з підземними спорудами дозволено зменшувати глибину закладання кабелів на ділянках довжиною до 5 м за умови захисту кабелю від механічних пошкоджень. Для КЛ напругою до 35 кВ дозволено зменшувати глибину до 0,5 м, для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ- до 1,0 м.

Відстань по горизонталі у просвіті між крайнім кабелем у траншеї і краєм підземної частини фундаментів наземних будівель і споруд має дорівнювати глибині прокладання кабелю, але бути не меншою ніж 0,6 м. Відстань до підземних частин опор ПЛ див. у 2.3.67.

Відстань від стін тунелів і комунікаційних колекторів має бути не меншою ніж 0,5 м.

Прокладати кабелі під фундаментами будівель і споруд заборонено.

2.3.61. У разі прокладання в траншеї двох КЛ відстань між ними визначають як відстань у просвіті між кабелями двох КЛ з багатожильними кабелями, або як відстань у просвіті між крайнім кабелем однієї КЛ з одножильними кабелями і найближчим кабелем іншої КЛ з одножильними чи багатожильними кабелями.

Відстань між КЛ у траншеї має становити не менше ніж:

- 0,1 м - між силовими кабелями напругою до 10 кВ, а також між ними і контрольними кабелями;

- 0,25 м - між кабелями напругою від 20 кВ до 35 кВ, а також між ними і кабелями напругою менше 20 кВ;

- 0,5 м - між кабелями напругою від 110 кВ до 330 кВ.

Відстань між КЛМ та іншими кабелями має становити 0,5 м за умови розділення трас КЛ залізобетонними плитами, установленими на ребро.

Відстань між кабелями напругою до 35 кВ, які обслуговують різні організації, або відстань від силових кабелів такої напруги до кабелів зв'язку має бути не менше ніж 0,5 м. Дозволено зменшувати цю відстань до 0,25 м з урахуванням місцевих умов та на підставі розрахунків електромагнітного впливу на кабелі зв'язку. При цьому має бути забезпечений захист від пошкоджень у разі КЗ в одному із кабелів (прокладання в трубах, стійких до поширювання полум'я).

Відстань між контрольними кабелями між собою та кабелями зв'язку не нормується.

2.3.62. У разі прокладання КЛ у зоні насаджень відстань від кабелів до стовбурів дерев має бути не менше ніж 1,5 м. Дозволено за узгодженням з організацією, у віданні якої перебувають зелені насадження, зменшувати цю відстань за умови прокладання кабелів у трубах методом підкопування чи горизонтального буріння.

У разі прокладання КЛ у межах зеленої зони із чагарниковими насадженнями зазначені відстані дозволено зменшувати до 0,75 м.

2.3.63. У разі прокладання КЛ будь-якої напруги паралельно із трубопроводами відстані між ними по горизонталі у просвіті мають бути не меншими ніж:

- 0,5 м - до водопроводів діаметром до 300 мм;

- 1,0 м - до водопроводів діаметром понад 300 мм, а також до трубопроводів із рідинами, прокладених без каналів;

- 0,5 м - до трубопроводів каналізації, дренажу і водостоків;
- 1,0 м - до газопроводів низького тиску (до 0,049 МПа);
- 1,5 м - до газопроводів середнього тиску (понад 0,049 МПа до 0,294 МПа);
- 2,0 м - до газопроводів високого тиску (понад 0,294 МПа до 0,588 МПа);
- 3,0 м - до газопроводів високого тиску (понад 0,588 МПа до 1,177 МПа);
- 1,0 м - до стінок каналу теплопроводів.

Теплопровід на всій ділянці зближення з КЛ повинен мати таку теплоізоляцію, щоб додаткове нагрівання від теплопроводу в місці прокладання кабелю в будь-яку пору року не перевищувало 10 °С - для КЛ напругою до 20 кВ і 5 °С - для КЛ напругою понад 20 кВ.

Паралельно прокладати кабелі над і під трубопроводами заборонено.

На територіях стисненої забудови дозволено зменшувати відстань між кабелями і трубопроводами, крім трубопроводів з газами і горючими рідинами, до відстані:

- 0,25 м - у разі прокладання кабелів напругою до 35 кВ у трубах;
- 0,5 м - у разі прокладання кабелів напругою до 35 кВ без спеціального захисту;
- 0,5 м - у разі прокладання кабелів напругою від 110 кВ до 330 кВ на ділянках зближення довжиною не більшою 50 м за умови влаштування захисної залізобетонної стінки між кабелями і трубопроводом.

Броньовані кабелі зв'язку допускається прокладати на відстані 1 м від газопроводів будь-якого тиску.

2.3.64. Прокладати КЛ напругою до 330 кВ паралельно із залізницями в зоні їх відчуження дозволено тільки за узгодженням зі службами Укрзалізниці. У такому разі відстань від КЛ до осі залізничної колії має бути не меншою ніж 3,0 м, а для електрифікованої залізниці - не меншою ніж 10,75 м. На територіях стисненої забудови дозволено зменшувати зазначені відстані, якщо кабелі на всій ділянці зближення прокладають у кабельних спорудах. Якщо на ділянці зближення з електрифікованими залізницями на постійному струмі кабелі прокладають у блоках або трубах, то блоки і труби мають бути неметалевими (азбестоцементними, керамічними, пластмасовими тощо).

2.3.65. У разі прокладання КЛ паралельно із трамвайними лініями відстань від КЛ до осі трамвайної колії має бути не меншою ніж 2,75 м. На територіях стисненої забудови дозволено зменшувати цю відстань за умови, що кабелі на всій ділянці зближення будуть прокладені в неметалевих блоках або трубах, зазначених у 2.3.64.

2.3.66. У разі прокладання КЛ паралельно з автомобільними дорогами категорій ІА, ІБ та ІІ КЛ треба прокладати із зовнішнього боку кювету або підшоши насипу на відстані не меншій ніж 1 м від брівки або не меншій ніж 1,5 м від бортового каменя. Зменшувати зазначену відстань можна в кожному окремому випадку за узгодженням з відповідними управліннями автодоріг.

2.3.67. Відстань по горизонталі в просвіті від крайнього кабелю КЛ до підземних частин і заземлювачів опор ПЛ напругою понад 1кВ, захищених тро-

сами, має бути не меншою ніж 7 м. Допускається зменшувати цю відстань до 5 м за умови прокладання кабелів у залізобетонних лотках на ділянці зближення (плюс 5 м у кожен бік). Залізобетонні лотки КЛ не повинні мати прорізів з боку заземлювачів опор.

Аналогічна відстань від КЛ до підземних частин безтросових опор ПЛ напругою понад 1 кВ має бути не меншою ніж 6 м. Допускається зменшувати цю відстань до 3 м за умови прокладання кабелю в залізобетонних лотках та за умов, визначених для тросових опор.

На територіях стисненої забудови відстань від КЛ до підземних частин 1 заземлювачів окремих опор ПЛ напругою понад 1 кВ дозволено зменшувати до

2 м за умов прокладання КЛ у залізобетонних лотках.

Відстань по горизонталі в просвіті від КЛ до підземної частини опори ПЛ напругою до 1 кВ, опори контактної електромережі або опори зв'язку має бути не меншою ніж 1 м, а в разі прокладання кабелю на ділянці зближення в неметалевій трубі достатньої механічної міцності - 0,5 м.

На територіях стисненої забудови електростанцій і підстанцій дозволено прокладати КЛ на відстанях не менших ніж 0,5 м від підземної частини опор повітряних гнучких зв'язків (струмопроводів) і ПЛ напругою понад 1 кВ, якщо заземлювачі цих опор приєднано до заземлювача підстанцій або РУ.

У разі повітряно-кабельного з'єднання (ПКЗ) (див. 2.3.68) місце з'єднання заземлювального провідника конструкції (опори) і заземлювача має знаходитись

Зпротилежного боку конструкції по відношенню до місця підведення кабелів. Гілки заземлювача необхідно спрямовувати в напрямках під кутом не меншим ніж 90° від напрямку підведення кабелів. Кабелі, що прокладають у ґрунті, слід укладати в залізобетонні лотки без прорізів на відстані не меншій ніж 7 м від місця виходу кабелів на конструкції ПКЗ. Біля місця виходу кабелів із лотків лотки можуть бути встановлені під іншим кутом до поверхні ґрунту.

2.3.68. У місцях переходу ПЛ у кабельну вставку напругою від 35 кВ до 330 кВ треба утворювати ПКЗ або перехідний пункт (ПП).

Кабельні вставки проміжні в ПЛ треба захищати з обох кінців від грозових перенапруг обмежувачами перенапруг (ОПН). Розраховують ОПН за 2.3.124.

Допускається не захищати кабельні вставки в ПЛ напругою до 1 кВ, якщо ПЛ захищено будівлями і спорудами від ураження блискавкою.

Захист КЛ напругою понад 20 кВ між силовим трансформатором і шинами РУ, до якої приєднано ПЛ, виконують відповідно до 4.2.174 глави 4.2 ПУЕ «Розподільчі установки і підстанції напругою понад 1 кВ».

Захист кабельної вставки кінцевої напругою до 20 кВ на ділянці підходу ПЛ такої самої напруги до підстанції (ПС) виконують відповідно до 4.2.177 глави 4.2 ПУЕ «Розподільчі установки і підстанції напругою понад 1 кВ».

ПКЗ в частині ізоляційних відстаней від струмовідних частин виконують за вимогами до відкритих розподільчих установок (ВРУ) напругою понад 1 кВ.

Апарати і кабельні муфти ПКЗ треба розміщувати на конструкціях опор ПЛ таким чином, щоб вони не заважали обслуговуванню ізоляційних елементів ПЛ без зняття напруги.

ПП утворюють відповідно до глави 4.2. ПУЕ « Розподільчі установки і підстанції напругою понад 1кВ». Обладнання ПП установлюють відповідно до проекту.

2.3.69. У разі перетину силовими КЛ інших КЛ вони мають бути розділені шаром ґрунту товщиною не менше ніж 0,5 м. Цю відстань на територіях стисненої забудови для кабелів напругою до 35 кВ можна зменшувати до 0,15 м за умови відділення кабелів на всій ділянці перетину плюс їм у кожен бік плитами або трубами з бетону або іншого однакового за міцністю матеріалу; при цьому кабелі зв'язку мають бути розташовані вище силових кабелів.

Якщо КЛ перетинають кабельні тунелі і канали на відстані 0,15м над кабельною спорудою, то в цьому випадку слід додержувати вимог перетину підземних споруд відповідно до 2.3.60. Допускається перетин КЛ здійснювати під кабельним каналом на відстані 0,15 м.

2.3.70. У разі перетину КЛ напругою до 35 кВ трубопроводів, у тому числі нафтопроводів і газопроводів, вертикальна відстань від крайніх кабелів до трубопроводу має бути не меншою ніж 0,5 м. Дозволено зменшувати цю відстань до 0,15 м за умови прокладання кабелю в трубах на ділянці перетину не менше ніж плюс 2 м у кожен бік.

У разі перетину КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ трубопроводів відстань між ними по вертикалі має бути не меншою ніж їм. Для стиснених умов дозволено приймати цю відстань не менше ніж 0,5 м за умови розміщення кабелів у трубах або залізобетонних лотках із кришкою.

2.3.71. У разі перетину КЛ напругою до 35 кВ теплопроводів відстань між кабелями та перекриттям теплопроводу в просвіті має бути не меншою ніж 0,5 м, а в умовах стисненої забудови - не меншою ніж 0,15 м. При цьому теплопровід на ділянці перетину (плюс по 2 м у кожен бік від крайніх кабелів) повинен мати таку теплоізоляцію, щоб температура землі не підвищувалася більш ніж на 10 °С відносно вищої літньої температури та на 15 °С - відносно нижньої зимової.

У випадках коли зазначені умови дотримати неможливо, дозволено виконувати один з наступних заходів: зменшувати заглиблення кабелів до 0,5 м замість 0,7 м або 1 м (див. 2.3.60), застосовувати вставки кабелю більшого перерізу або прокладати кабелі під теплопроводом у трубах на відстані від нього не меншій ніж 0,5 м; при цьому труби мають бути покладені таким чином, щоб замінювати кабелі можна було без виконання земляних робіт (наприклад, уведенням кінців труб у камери).

У разі перетину КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ теплопроводу відстань між кабелями та перекриттям теплопроводу в просвіті має бути не меншою ніж 1 м, а в умовах стисненої забудови - не меншою ніж 0,5 м. При цьому теплопровід на ділянці перетину (плюс по 3 м у кожен бік від крайніх кабелів) повинен мати таку теплоізоляцію, щоб температура ґрунту не підвищувалася більше ніж на 5 °С у будь-яку пору року.

2.3.72. У разі перетину КЛ залізниць і автомобільних доріг КЛ треба про-

кладати в тунелях, блоках або трубах по всій ширині зони відчуження залізниць і доріг на глибину не меншу ніж 1 м від полотна залізниці або дороги та не меншу ніж 0,5 м від дна водовідвідних каналів. За відсутності зони відчуження зазначені умови прокладання треба виконувати тільки на ділянці перетину плюс по 2 м з обох боків від полотна. Кількість резервних каналів у блоках треба передбачати згідно з 2.3.77. Кількість резервних труб на перетинах має становити: одна труба для резервного багатожильного кабелю за кількості робочих багатожильних кабелів до трьох, або одна труба для кожної КЛ з одножильними кабелями - за кількості КЛ не більше двох на перетин. За більшої кількості КЛ на перетин обсяг резервування визначають відповідно до проекту.

У разі перетину КЛ електрифікованих на постійному струмі залізниць блоки і труби мають бути неметалевими. Місце перетину має бути розташоване на відстані не меншій ніж 10 м від стрілок, хрестовин і місць приєднання до рейок відвідних кабелів. Перетин КЛ з лініями електрифікованого рейкового транспорту треба виконувати під кутом 75-90° до осі колії.

Кінці блоків і труб мають бути міцно ущільнені водонепроникним матеріалом (наприклад, джутовими плетеними шнурами, змащеними водонепроникною глиною) на глибину не меншу ніж 0,3 м.

У разі перетину КЛ тупикових рейкових ліній промислового призначення з малою інтенсивністю руху, а також спеціальних рейкових шляхів (наприклад, на сліпах) кабелі треба прокладати переважно в ґрунті.

Якщо існуюча КЛ має перетинати неелектрифіковану залізницю або автодорогу, які будуються, ніяких змін на цій КЛ у місці перетину виконувати не потрібно, крім закладання резервних блоків і труб на випадок ремонту кабелів. Резервні блоки і труби мають бути щільно закритими з торців.

У разі переходу КЛ у ПЛ кабель має виходити на поверхню ґрунту на відстань не меншу ніж 3,5 м від підшви насипу або краю полотна.

2.3.73. У разі перетину КЛ трамвайних ліній кабелі треба прокладати в ізолюючих блоках або неметалевих трубах з обсягом резервованих каналів і труб згідно з 2.3.72. Перетин треба виконувати на відстані не меншій ніж 3 м від стрілок хрестовин і місць приєднання до рейок кабелів відведення струму.

2.3.74. У разі перетину КЛ в'їздів для автотранспорту у двори, гаражі тощо прокладати кабелі треба в трубах. Над трубами на відстані 0,25 м прокладають сигнальну стрічку.

Так само мають бути захищені кабелі КЛ у місцях перетину струмків і каналів.

2.3.75. У разі установлення на КЛ кабельних муфт відстань у просвіті між корпусом кабельної муфти та найближчим кабелем має бути не меншою ніж 0,25 м для КЛ напругою до 35 кВ і 0,5 м - для КЛ напругою понад 35 кВ. Відстань між корпусом захисного кожуха муфти та найближчим кабелем має бути не меншою ніж 0,1 м.

У разі прокладання КЛ на крутопохилих трасах треба уникати установлення на них кабельних муфт. За необхідності установлення на таких ділянках кабельних муфт (окрім муфт «сухої» конструкції) під ними треба влаштовувати горизонтальні площадки.

Для забезпечення можливості перемонтажу муфт у разі їхнього пошкодження на КЛ потрібно укласти кабель по обидва боки від муфт із дугою запасу (див. 2.3.125).

2.3.76. На трасі КЛ не бажано мати ділянок з блукаючими струмами небезпечної величини. Якщо змінити трасу неможливо, треба передбачати заходи щодо зменшення впливу блукаючих струмів: застосовувати кабелі з підвищеною стійкістю до впливу електричної корозії, прокладати кабелі в пластмасових трубах, здійснювати активний захист кабелів від дії електрокорозії.

За наявності на трасі ділянок з блукаючими струмами на КЛ відповідно до проекту потрібно встановлювати пункти для контролю значення електрохімічного потенціалу на оболонці кабелю. Для контролю потенціалу слід використовувати переважно місця виходу кабелів на ПС, РП і ТП тощо. Захист кабельних споруд від ґрунтової корозії має задовольняти вимоги СНиП 3.04.03-85 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии».

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ У КАБЕЛЬНИХ БЛОКАХ, СИСТЕМАХ КАБЕЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЛОТКАХ

2.3.77. Для прокладання КЛ з три-, чотири- та п'ятижильними кабелями застосовують будівельні блоки з кабельними каналами, а також системи кабельних трубопроводів з металевих або неметалевих труб. Під час вибору матеріалу для кабельних блоків і трубопроводів треба враховувати рівень ґрунтових вод і їхню агресивність, а також наявність блукаючих струмів (див. також 2.3.76).

Для КЛ з багатожильними кабелями напругою до 10 кВ конфігурацію розташування каналів у кабельних блоках та допустимі тривалі струми кабелів у каналах треба приймати згідно з 1.3.20 і 1.3.21 глави 1.3 ПУЕ «Выбор проводников по нагреву, экономической плотности тока и по условиям короны». На кабелі напругою 20 кВ поширюються ті самі вимоги, що встановлені для кабелів 10 кВ.

Для кабелів напругою понад 20 кВ (якщо виникає потреба у використанні блоків) такі дані приймають за рекомендацією виробників кабельної продукції.

Кожен кабельний блок повинен мати до 15% резервних каналів, але не менше одного каналу.

2.3.78. Для прокладання КЛ з одножильними кабелями застосовувати

блоки з металевою арматурою, яка може утворювати замкнутий контур навколо кабелів або металевих трубопроводів із магнітних матеріалів (сталі, чавуну), заборонено. Одножильні кабелі треба прокладати в каналах або трубопроводах з немагнітного матеріалу (наприклад, поліетилену або полівінілхлориду). Пластмасові трубопроводи, що прокладають у ґрунті, треба перевіряти за допустимим механічним навантаженням від дії ваги засипного ґрунту та іншими ваговими навантаженнями (плит, дорожнього покриття тощо). Розміщувати КЛ з одножильними кабелями в каналах блоків і в трубопроводах треба відповідно до 2.3.128.

Допустимі тривалі струми одножильних кабелів у трубопроводах визначають за даними виробника кабельної продукції та встановленими ним коригуючими коефіцієнтами для умов прокладання кабелів у трубах (див. 2.3.117).

2.3.79. Глибину закладання в ґрунті кабельних блоків і трубопроводів (крім місць перетину КЛ із підземними спорудами) треба приймати, виходячи з місцевих умов, але не меншу від глибини, наведеної в 2.3.60, рахуючи до верхнього кабелю. Глибину закладання кабельних блоків і трубопроводів на промислових територіях та в підлогах виробничих приміщень не нормують.

2.3.80. Кабельні блоки повинні мати нахил не менший ніж 0,2% у бік кабельних колодязів. Такий самий нахил необхідно дотримувати й під час прокладання кабельних трубопроводів.

2.3.81. У разі прокладання труб для КЛ безпосередньо в ґрунті найменші відстані між кабелями в трубі і між ними та іншими кабелями і спорудами треба приймати такими самими, як і для кабелів, прокладених без труб (див. 2.3.61).

У разі прокладання КЛ у трубопроводах у підлозі приміщення відстані між кабелями в трубі приймають такі самі, як і для прокладання в ґрунті.

2.3.82. У місцях, де змінюється напрямок траси КЛ, прокладених у блоках, і в місцях переходу кабелів і кабельних блоків у ґрунт треба споруджувати кабельні колодязі, що забезпечують зручне протягування кабелів і видалення їх із блоків. Такі колодязі треба споруджувати також і на прямолінійних ділянках траси на відстані один від одного, зумовленій гранично допустимим натягом кабелів. За кількості кабелів до десяти і напруги не вищої ніж 35 кВ перехід кабелів із блоків у ґрунт дозволено виконувати без кабельних колодязів. При цьому місця виходу кабелів із блоків мають бути ущільнені водонепроникним матеріалом.

З'єднувальні муфти кабелів, прокладених у блоках, мають бути розташовані в колодязях.

2.3.83. Перехід КЛ із блоків і труб у будинки, тунелі, підвали тощо треба виконувати або безпосереднім уведенням у них блоків і труб, або спорудженням колодязів чи приямків усередині будинків або камер у їхніх зовнішніх стінах.

Мають бути передбачені заходи, що унеможливають проникнення через

труби або прорізи води і дрібних тварин із траншей у будинки, тунелі тощо (див. також 2.3.133).

2.3.84. Канали кабельних блоків, труби, вихід з них, а також їхні з'єднання повинні мати оброблену та очищену поверхню для запобігання механічним пошкодженням оболонок кабелів під час протягування. На виходах кабелів із блоків у кабельні споруди і камери треба передбачати заходи, що запобігають пошкодженню оболонок від стирання і розтріскування (застосування еластичних підкладок, дотримання необхідних радіусів згинання тощо).

2.3.85. У разі високого рівня ґрунтових вод на території ВРУ треба надавати перевагу надземним і наземним способам прокладання кабелів (у кабельних лотках і драбинах або у коробах). Наземні лотки і плити для їх покриття слід виконувати із залізобетону (без прорізів у стінках лотків). Лотки треба покладати на спеціальних бетонних підкладках по спланованій трасі з нахилом не меншим ніж 0,2% таким чином, щоб не перешкоджати стіканню зливових вод. За наявності в днищах наземних лотків прорізів, що забезпечують випуск зливових вод, створювати нахил не потрібно.

У разі застосування наземних кабельних лотків треба забезпечувати проїзд по території ВРУ та під'їзд до кабельного устаткування машин і механізмів, необхідних для виконання ремонтних та експлуатаційних робіт. Для цього треба влаштовувати переїзди через лотки з використанням залізобетонних плит з урахуванням навантаження від транспорту, який проїжджає, зі збереженням розташування лотків на одному рівні. У разі застосування кабельних лотків не дозволено прокладати кабелі під дорогами і переїздами в трубах, каналах і траншеях, розташованих нижче лотків.

Вихід кабелів з лотків до шаф керування і захисту дозволено виконувати в трубах, не заглиблених у землю, або в кабельних коробах прямокутного перерізу. Розміри коробів та їх кількість визначають проектом.

Прокладати кабельні перемички в межах однієї ланки ВРУ дозволено в траншеї. У цьому випадку захищати кабелі трубами в разі підведення їх до шаф керування і релейного захисту не обов'язково. Захищати кабелі від механічних пошкоджень дозволено в інший спосіб (із застосуванням кутника, швелера тощо).

На території ВРУ підстанцій напругою від 220 кВ до 750 кВ у разі прокладання кабелів у наземних залізобетонних лотках потрібно розділяти перегородами КЛ різних класів напруги та призначення за такими групами:

- КЛ напругою понад 1 кВ;
- КЛ напругою до 1 кВ;
- КЛ оперативного струму;
- контрольні кабелі та кабелі зв'язку.

У місцях перетину КЛ кабельних трас необхідно застосовувати багаторівневі лотки.

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ У КАБЕЛЬНИХ СПОРУДАХ

2.3.86. Вимоги, наведені у 2.3.87-2.3.96, стосуються технологічної частини прокладання КЛ у кабельних спорудах. Вимоги до будівельної частини кабельних споруд викладено у 2.3.144-2.3.160.

2.3.87. Кабельні споруди усіх видів треба виконувати з урахуванням можливості додаткового прокладання кабелів у кількості 15% від кількості кабелів, передбаченої проектом (заміна кабелів у процесі монтажу, додаткове прокладання за наступної експлуатації тощо).

2.3.88. У кабельних спорудах КЛ прокладають переважно цілими будівельними довжинами, уникаючи, по можливості, розміщення з'єднувальних муфт. За необхідності встановлення з'єднувальних муфт у кабельних спорудах треба передбачати окремі полиці для кожної муфти на опорах кабельних конструкцій. На ділянці траси КЛ з прохідним тунелем, який переходить у напівпрохідний тунель або у непрохідний канал, з'єднувальні муфти треба розміщувати в прохідному тунелі.

Конструкції, на які укладають кабель, мають бути виконані таким чином, щоб уникнути пошкодження оболонки кабелю.

2.3.89. Розміщувати кабелі у спорудах треба в такій послідовності:

1. Контрольні кабелі та кабелі зв'язку треба розміщувати лише під або над силовими кабелями; при цьому їх треба відокремлювати перегородкою. У місцях перетину і відгалуження допускається прокладати контрольні кабелі і кабелі зв'язку над і під силовими кабелями.

2. Контрольні кабелі дозволено прокладати поруч із силовими кабелями напругою до 1кВ.

3. Силові кабелі напругою до 1 кВ прокладають переважно над кабелями напругою вище 1 кВ; при цьому їх слід відокремлювати перегородкою.

4. Різні групи кабелів: робочі та резервні кабелі напругою понад 1кВ від генераторів, трансформаторів тощо та КЛ, що живлять електроприймачі категорії I, треба прокладати переважно на різних горизонтальних рівнях і розділяти перегородками.

У разі двостороннього розміщення кабельних конструкцій кабелі, що живлять електроприймачі категорії I, треба прокладати на консолях протилежних сторін.

5. Розділові перегородки, зазначені в пунктах 1, 3 і 4, повинні мати межу вогнестійкості не меншу ніж EI 15 та мають бути виконані з негорючих матеріалів.

У разі застосування автоматичного пожежегасіння перегородки, зазначені в пунктах 3 і 4, дозволено не встановлювати.

На кабельних естакадах і галереях з частково закритими стінами, розташованих під відкритим небом, розділювальні перегородки, зазначені в пунктах 1,3 і

4, не застосовують. При цьому силові КЛ із взаємним резервуванням (за винятком КЛ до електроприймача особливої групи категорії I) треба прокладати з відстанню між ними не меншою ніж 0,6 м. Ці кабелі потрібно

розташовувати в спорудах у такі способи:

- на естакадах - по обидва боки підтримуючої конструкції в прогоні (балки, ферми);

- у галереях - по різні боки від проходу.

2.3.90. Кабелі, які прокладаються в кабельних спорудах, повинні бути стійкими до поширювання полум'я.

2.3.91. КЛМ доцільно прокладати в окремих кабельних спорудах. Дозволено їх прокладати разом з іншими кабелями, якщо їх розміщують у нижній частині кабельної споруди та відокремлюють від інших кабелів горизонтальними перегородками з межею вогнестійкості не менше EI 45, виконаних з негорючих матеріалів. Такими самими перегородками потрібно відокремлювати КЛМ одну від одної.

2.3.92. У кабельних спорудах прокладати контрольні і силові кабелі, за винятком неброньованих кабелів зі свинцевою оболонкою, треба по кабельних конструкціях (консолях, кронштейнах).

Найменші відстані між кабельними конструкціями і окремими кабелями в кабельних спорудах у разі одношарового прокладання кабелів без кабельних лотків наведено в таблиці 2.3.3. Габарити проходів між конструкціями див. у 2.3.145 і 2.3.146.

Таблиця 2.3.3. Найменші відстані між кабельними конструкціями і окремими кабелями в кабельних спорудах

Відстані	Розміри, мм	
	у тунелях, галереях, естакадах, кабельних поверхах	у кабельних каналах, подвійних підлогах
1	2	3
1. По вертикалі в просвіті між горизонтальними кронштейнами корисною довжиною до 0,5 м: - для кабелів до 10 кВ (крім п. 2) «у площині» - те саме, «у трикутнику» - для кабелів від 20 кВ до 35 кВ «у площині» - те саме, «у трикутнику» - для кабелів від 110 до 330 кВ «у площині» - те саме, «у трикутнику»	200 250 250 300 250 350	150 200 200 250 250 300
2. По вертикалі в просвіті між горизонтальними кронштейнами для кабелів до 1кВ перерізом до 3х25 мм ² , кабелів зв'язку та контрольних кабелів	100	100
3. Між опорними конструкціями (кронштейнами) по довжині споруди	Від 800 до 1000	
4. По вертикалі і горизонталі в просвіті між одиничними одножильними кабелями напругою до 35 кВ, у тому числі в кабельних шахтах	Діаметр кабелю і більше	
5. По горизонталі в просвіті між контрольними кабелями і кабелями зв'язку, у тому числі в кабельних шахтах	Не нормується	
6. По горизонталі в просвіті між одножильними кабелями напругою від 6 кВ до 330 кВ, прокладеними «у площині»	Діаметр кабелю і більше	

Неброньовані кабелі (силові зі свинцевою оболонкою та контрольні) треба

прокладати по перфорованих або решітчастих лотках або перегородках (суцільних або несучільних).

Дозволено прокладати кабелі по дну кабельного каналу за глибини його не більшої ніж 0,9 м; при цьому відстань між групою силових кабелів вище ІкВ і групою контрольних кабелів має бути не меншою ніж 0,1м (або ці групи кабелів мають бути розділені перегородкою з межею вогнестійкості не меншою ніж ЕП15, виконаною з негорючих матеріалів).

Засипати піском силові кабелі, прокладені в каналах, заборонено (винятки див. у 4.8.25 НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок»).

2.3.93 Прокладати контрольні кабелі пучками на лотках і багатошарово в металевих коробах дозволено за дотримання таких умов:

1. Зовнішній діаметр пучка кабелів має бути не більшим ніж 0,1м.

2. Висота шарів у одному короби не має перевищувати 0,15 м; прокладати силові кабелі багатошарово заборонено.

3. У пучках і багатошарово треба прокладати тільки кабелі з однотипними оболонками.

4. Кріпити кабелі в пучках, багатошарово в коробах, пучки кабелів до лотків треба таким чином, щоб унеможливити деформацію оболонок кабелів під дією власної ваги та пристроїв кріплення.

5. За наявності кабелів, нестійких до поширювання полум'я, усередині коробів необхідно встановлювати вогнеперешкоджуючі ущільнення:

- у місцях виходу коробів у кабельні споруди;

- на вертикальних ділянках на відстані не більшій ніж 20 м, а також у місцях прокладання через перекриття;

- на горизонтальних ділянках через кожні 30 м, а також у місцях прокладання крізь стіни і перегородки та в місцях розгалуження в інші короби головних потоків кабелів.

Місця вогнеперешкоджуючих ущільнень КЛ позначають червоними смугами на зовнішніх стінках коробів.

6. У разі прокладання пучків кабелів через перегородки, перекриття, а також крізь стіни кабелі треба розташовувати, переважно, в один ряд, відокремлюючи кожний ряд від наступного негорючими матеріалами товщиною не менше ніж

0, 02 м.

7. У кожному напрямку кабельної траси треба передбачати запас ємності не менший ніж 15% від загальної ємності коробів.

2.3.94. КЛМ низького тиску та одножилінні кабелі з пластмасовою ізоляцією треба кріпити на металевих конструкціях таким чином, щоб унеможливити утворення навколо кабелів замкнутих магнітних контурів; відстань між місцями кріплення має бути не більшою ніж 1 м.

Сталеві трубопроводи КЛМ високого тиску можна прокладати на опорах або підвішувати на підвісках; відстань між опорами або підвісками визначають проектом КЛМ. Навантаження на опори від ваги трубопроводу не мають призводити до будь-яких переміщень або руйнувань фундаментів опор. Кількість опор і місця їх розташування визначають проектом.

Механічні опори та кріплення розгалужувальних пристроїв на КЛМ високого тиску мають запобігати розгойдуванню труб розгалужень,

утворенню замкнених магнітних контурів навколо них. У місцях кріплень або торкань до опор треба передбачати ізолюючі прокладки.

2.3.95. На з'єднувальних муфтах силових кабелів напругою від 6 кВ до 330 кВ у колекторах, тунелях, кабельних поверхах і каналах необхідно встановлювати спеціальні захисні металеві або пластмасові кожухи для локалізації пошкоджень, які можуть виникнути в разі електричних пробів у муфтах.

2.3.96. Кінцеві муфти на КЛМ високого тиску треба розміщувати в приміщеннях за температури повітря, яка має бути не нижче 0 °С. Якщо температура повітря в приміщенні опускається до температури нижче +0 °С, то його треба обладнати автоматичними обігрівачами.

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

2.3.97. У разі прокладання КЛ у виробничих приміщеннях треба виконувати такі вимоги:

1. Кабелі мають бути доступними для ремонту, а кабелі, прокладені під відкритим небом, - і для огляду. Кабелі (у тому числі броньовані), розташовані в місцях, де переміщують механізми, устаткування, вантажі і транспорт, мають бути захищеними від пошкоджень відповідно до вимог, наведених у 2.3.99.

2. Відстань між кабелями має відповідати відстані, наведеній у таблиці 2.3.3.

3. Відстань між паралельно прокладеними силовими кабелями та різними трубопроводами і газопроводами має бути не меншою від наведеної у 2.3.63. За менших відстаней наближення, а також на перетинах з трубопроводами кабелі треба захищати від механічних пошкоджень трубами або кожухами достатньої механічної міцності на всій ділянці перетину (плюс по 0,5 м з кожного боку), а в необхідних випадках - від перегрівання.

Перетинати КЛ проходи треба на висоті не меншій ніж 1,8 м від підлоги.

Паралельно прокладати КЛ над і під маслопроводами і трубопроводами з горючою рідиною заборонено.

2.3.98. Прокладати КЛ у подвійній підлозі та міжповерхових перекриттях треба в кабельних каналах або трубопроводах; закладати в них кабелі наглухо не дозволено. Прокладати КЛ через перекриття та крізь внутрішні стіни треба в трубах або прорізах; після прокладання КЛ зазори в трубах і прорізах слід ущільнювати легкопробивним негорючим матеріалом.

Прокладати КЛ у вентиляційних каналах заборонено. Дозволено перетинати ці канали одиничними КЛ з три-, чотири- або п'ятижильними кабелями, укладеними в сталеві труби.

Відкрите прокладання кабелю по сходових клітках заборонено.

2.3.99. Кабелі всередині приміщень і ззовні в місцях, де можливі механічні пошкодження (пересування автотранспорту, вантажів і механізмів, доступ некваліфікованого персоналу), треба захищати до безпечної висоти, але не меншої ніж 2 м від рівня ґрунту або підлоги та на глибині 0,3 м. В електричних приміщеннях і технологічних цехах такий захист не обов'язковий.

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ПІД ВОДОЮ

2.3.100. У разі перетину КЛ річок, каналів та інших водойм їх треба прокладати переважно на ділянках із дном і берегами, що зазнають незначного розмивання (перетин струмків див. у 2.3.74). У разі прокладання КЛ через річки з нестійким руслом і берегами, що зазнають розмивання, заглиблення їх у дно слід передбачати з урахуванням місцевих умов. Глибину закладання КЛ визначають проектом. Прокладати КЛ в зонах пристаней, причалів, гаваней, поромних переправ, а також зимових регулярних стоянок суден і барж не бажано.

2.3.101. У разі прокладання КЛ у морі треба враховувати дані про глибину, швидкість і характер переміщення води в місці прокладання, пануючі вітри, профілі та хімічний склад дна і води.

2.3.102. Прокладати КЛ по дну моря треба таким чином, щоб у нерівних місцях вони не знаходились у висячому положенні; гострі виступи дна мають бути усунуті. Мілину, кам'яні пасма та інші підводні перешкоди на трасі треба обходити або передбачати в них траншеї чи проходи.

2.3.103. У разі перетину КЛ річок, каналів, заток, лиманів, озер та інших водойм кабелі напругою до 35 кВ треба заглиблювати в дно на глибину не меншу ніж 1 м; кабелі напругою від 110 кВ до 330 кВ на прибережних і мілководних ділянках, а також на судноплавних і сплавних шляхах - на глибину 2 м.

У водоймах, де періодично провадять днопоглиблювальні роботи, КЛ заглиблюють у дно до відмітки, установлені за узгодженням з організаціями водного транспорту.

У разі прокладання КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ на судноплавних річках і каналах для захисту їх від механічних пошкоджень треба заповнювати траншеї мішками з піском із подальшим накиданням каміння.

2.3.104. Відстань між багатожильними кабелями, заглибленими в дно річок, каналів тощо із шириною водойми до 100 м потрібно приймати не меншою ніж 0,25 м.

КЛ, що будуються під водою, слід прокладати на відстані від діючих КЛ не меншій ніж 1,25 глибини водойми, обчисленої для багаторічного середнього рівня води, але не меншій ніж 20 м.

У разі прокладання КЛ з одножильними кабелями під водою на глибині 5-15 м і за швидкості течії, яка не перевищує 1 м/с, відстані між окремими фазами (без спеціальних кріплень фаз між собою, наприклад, за схемою «у трикутник») треба приймати не меншими ніж 0,5 м, а відстані між крайніми кабелями паралельних КЛ - не меншими ніж 5 м.

У разі прокладання КЛ під водою на глибину більшу ніж 15 м, а також за швидкості течії більше 1 м/с відстані між окремими фазами та лініями приймають відповідно до проекту.

Занурювати КЛ з одножильними кабелями під воду треба одночасно трьома кабелями з трьох барабанів, щоб не збільшувати проектні відстані між кабелями під водою і не погіршувати пропускну спроможність КЛ.

Відстань по горизонталі від КЛ, прокладених по дну річок, каналів та інших водойм, до трубопроводів (нафтопроводів, газопроводів тощо) треба визначати відповідно до проекту залежно від виду днопоглиблювальних робіт, виконуваних

під час прокладання трубопроводів і кабелів; відстань має бути не меншою ніж 50 м. Дозволено зменшувати цю відстань до 15 м за узгодженням з організаціями, у віданні яких перебувають КЛ і трубопроводи.

2.3.105. На берегах без удосконалених набережних у місці кабельного переходу під водою на кожному березі треба передбачати резерв кабелю довжиною не меншою ніж 10 м, - у разі прокладання через річку та 30 м - у разі прокладання по дну моря. Резерв кабелю укладають у вигляді «вісімки». На вдосконалених набережних кабелі треба прокладати в трубах. У місці виходу КЛ треба влаштувати кабельні колодязі. Верхній кінець труби має входити в береговий колодязь, а нижній - перебувати на глибині не меншій ніж їм від найнижчого рівня води. На берегових ділянках труби мають бути міцно ущільнені водонепроникним матеріалом.

2.3.106. Проти оголення КЛ у разі льодоходів і повеней у місцях, де русло та береги зазнають розмивання, необхідно вживати заходів для зміцнювання берегів (замощення, відбійні дамби, палі, шпунти, плити тощо).

2.3.107. Перетинати КЛ між собою під водою заборонено.

2.3.108. Кабельні підводні переходи судноплавних водойм треба позначати на берегах сигнальними знаками відповідно до чинних правил плавання по внутрішніх судноплавних шляхах і морських протоках.

2.3.109. У разі прокладання під водою трьох і більше КЛ з багатожильними кабелями напругою до 35 кВ треба передбачати один резервний кабель на кожні три робочі кабелі. У разі прокладання під водою КЛ з одножильними кабелями (за винятком КЛ офшорних вітроелектростанцій (ВЕС) треба передбачати резерв: для однієї КЛ - один кабель, для двох КЛ - два, для трьох і більше КЛ - за проектом, але не менше двох. Резервні кабелі треба прокладати таким чином, щоб їх можна було використовувати замість кожного з діючих робочих кабелів.

Потребу в прокладанні резервних кабелів офшорних ВЕС, установлених у відкритому морі, та кабелів, прокладених методом горизонтально направленої буріння, визначають згідно з проектом.

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ПО СПЕЦІАЛЬНИХ СПОРУДАХ

2.3.110. Відповідно до ДБН В.2.3-14:2006 «Мости та труби. Правила проектування» допускається по мостах прокладати КЛ таким чином, щоб забезпечити умови для нормальної експлуатації мосту. Прокладати транзитом КЛ напругою понад 1 кВ, як правило, не допускається.

Для прокладання КЛ по мостах слід передбачати окремі місця та спеціальні конструктивні елементи (кабельні коробки, трубопроводи). Прокладати КЛ під збірними тротуарними блоками та плитами мостів не допускається.

Прокладати КЛ по кам'яних, залізобетонних і металевих мостах треба в системах кабельних коробів, трубопроводів, які належать до класу стійких до поширювання полум'я (для систем кабельних коробів - за ДСТУ 4499-1:2005 «Системи кабельних коробів. Частина 1. Загальні вимоги та методи

випробувань», для систем кабельних трубопроводів-за ДСТУ4549-1:2006 «Системи кабельних трубопроводів.

Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування»), з розміщенням кожного кабелю в окремому трубопроводі. Необхідно передбачати заходи щодо запобігання стоку зливових вод дими трубопроводами. По металевих і залізобетонних мостах і в разі підходу до них кабелі треба прокладати в неметалевих трубах. У місцях переходу КЛ з моста в ґрунт кабелі треба прокладати в таких самих трубах.

Усі КЛ, які прокладають під землею, на металевих і залізобетонних мостах необхідно електрично ізолювати від металевих частин мосту.

У разі прокладання КЛ з багатожилливими кабелями по дерев'яних спорудах (мостах, причалах, пірсах тощо) їх треба прокладати в металевих трубах.

2.3.111. У разі прокладання КЛ по мостах треба вживати заходів щодо забезпечення охорони мостів, безпеки руху по ньому у випадках пошкодження кабелю, а також щодо унеможливлення негативного впливу електромагнітного поля КЛ на комунікації зв'язку та інші комунікації, що прокладені по мостах. На всіх залізничних мостах та інших великих мостах мають бути пристрої для вимикання КЛ по обидва боки мосту.

2.3.112. У місцях переходу КЛ через температурні шви мостів, а також у місцях переходу КЛ з конструкцій мостів на їх опори, треба вживати заходів для запобігання виникненню механічних зусиль на кабелях.

2.3.113. Прокладати КЛ по греблях, дамбах, пірсах і причалах у земляній траншеї дозволено за товщини шару ґрунту більшої ніж їм - для КЛ напругою до 35 кВ і 1,5 м - для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ.

2.3.114. Прокладати КЛІМ по мостах заборонено.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ КАБЕЛІВ З ІЗОЛЯЦІЄЮ ЗІ ЗШИТОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ

2.3.115. Вимоги, наведені у 2.3.116-2.3.138, стосуються особливостей КЛ напругою від 6 кВ до 330 кВ, у яких застосовують кабелі з ізоляцією із ЗПЕ.

За всіх інших вимог, не зазначених у 2.3.116-2.3.138, потрібно керуватися вимогами інших пунктів цієї глави.

Прокладати КЛ з кабелями з ізоляцією із ЗПЕ під водою треба за узгодженням з виробником кабельної продукції.

2.3.116. Застосовувати КЛ з кабелями з ізоляцією із ЗПЕ в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю треба переважно за умови оснащення мережі засобами селективного захисту від однофазного замикання на землю, які діють на вимикання КЛ з кабелями з ізоляцією із ЗПЕ, пошкодженої однофазним замиканням на землю (див. також 2.3.17).

Правила експлуатаційного обслуговування кабелів не мають допускати можливості доторкання людини до струмопровідних екранів одножилливих кабелів, заземлених з одного кінця (2.3.124, способи 2, 3, 4) без вимикання КЛ.

2.3.117. Номінальний переріз струмопровідних жил кабелів вибирають за тривало допустимим струмом навантаження нормального режиму, у якому температура нагрівання кабельної жили не перевищує 90 °С. Враховувати перевантажувальні можливості кабелю заборонено.

Тривало допустиме струмове навантаження, яке встановлює виробник кабельної продукції для певних (базових) умов прокладання кабелю, потрібно коригувати з урахуванням конкретних умов прокладання кабелів. Коригування виконують із застосуванням коригуючих коефіцієнтів, передбачених виробником кабельної продукції, або в інший (розрахунковий) спосіб. Відмінність конкретних умов від базових може бути визначена, зокрема за такими параметрами:

- температура середовища (повітря, ґрунту, дна водойм);
- глибина закладання кабелю;
- питомий тепловий опір середовища;
- переріз екрана;
- відстань між кабелями та між групами кабелів;
- кількість КЛ у траншеї;
- діаметр труби для кабелю (якщо прокладання в трубах не враховано в базових умовах);
- відсутність струмового навантаження екранів, якщо схема заземлення екранів відрізняється від базової схеми заземлення екрана з обох боків (коригування виконують за методикою стандарту ІБС 60287).

На ділянці траси, довжина якої дорівнює будівельній довжині кабелю, тривало допустиме струмове навантаження приймають за струмом, визначеним для відрізка траси із найгіршими умовами охолодження, довжина якого перевищує 10 м (див. також 2.3.35).

2.3.118. Значення тривало допустимого струму навантаження жил кабелю має бути не меншим, ніж очікуваний струм передавання по КЛ, який визначають за даними розвитку електричного навантаження енерговузла на перспективу до 20 років.

Вибраний за умовами нормального температурного режиму кабелю номінальний переріз струмопровідної жили перевіряють за умов післяаварійного режиму (2.3.119) і режиму короткого замикання (2.3.120).

2.3.119. У післяаварійному режимі роботи енерговузла струмопровідна жила може знаходитися за температури від 90 °С до 130 °С епізодичної тривалості, яка за рік сумарно не має бути більшою ніж 72 год.

Допустимий струм жили кабелю в післяаварійному режимі розраховують множенням значення тривало допустимого струму жили, визначеного згідно з 2.3.117, на коефіцієнт 1,17 - для кабелів, прокладених у ґрунті та 1,20 - для кабелів, прокладених у повітряному середовищі.

Значення допустимого струму жили в післяаварійному режимі має бути не меншим, ніж очікуваний струм передавання по КЛ (див. 2.3.118) разом із додатковим навантаженням КЛ під час аварії в енерговузлі.

2.3.120. У режимі КЗ струмопровідна жила короткочасно може знаходитись за температури 250 °С. Тривалість режиму КЗ зумовлена тривалістю дії релейного захисту на вимикання КЛ.

Допустимий струм КЗ жили кабелю визначають за даними виробника кабельної продукції про допустиме значення струму КЗ тривалістю 1 с (односекундний струм) у разі нагрівання жили від початкової температури 90 °С до гранично допустимої температури 250 °С. За необхідності врахування початкової температури жили, якщо вона менша ніж 90°С, використовують

дані виробника кабельної продукції про збільшення щільності односекундного струму КЗ у разі зменшення початкової температури.

Для тривалості КЗ, відмінної від 1с, допустимий струм КЗ розраховують множенням значення струму КЗ, який протікає за 1 с, на коригуючий коефіцієнт k за формулою:

$$k = \frac{1}{\sqrt{t}} \quad (2.3.1)$$

де t - тривалість КЗ, с.

Значення допустимого струму КЗ має бути не меншим, ніж очікуване з перспективою до 20 років значення струму зовнішнього КЗ (на шинах ПС у кінці КЛ). Вид зовнішнього КЗ, який зумовлює найбільше значення струму жили, визначають проектом.

2.3.121. Номінальний переріз струмопровідних екранів кабелів потрібно вибирати за допустимим струмом режиму КЗ на землю.

У режимі КЗ екран кабелю може короткочасно знаходитися за температури до 350 °С. Допустимий струм екрана в режимі КЗ розраховують виходячи з даних виробника кабельної продукції щодо односекундного струму екрана з наступним коригуванням його значення на іншу тривалість КЗ через коефіцієнт k (2.3.120).

Значення допустимого струму КЗ екрана має бути не меншим, ніж очікуване значення струму розрахункового виду КЗ на землю. Для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ розрахунковим видом КЗ є однофазне замикання на землю, яке відбувається у з'єднувальній муфті КЛ біля ПС на відстані однієї будівельної довжини кабелю. Для КЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ розрахунковим видом КЗ є подвійне КЗ на землю, яке відбувається у двох місцях КЛ - у з'єднувальній муфті біля ПС (на одній фазі) та в кінцевій муфті на ПС (на другій фазі).

Номінальний переріз екрана із міді не може бути прийнятий меншим ніж 95 мм² для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ і не меншим ніж 16 мм² - для КЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ. Максимальна напруга, яка може виникнути між екраном і заземлювачем у разі стікання із заземлювача струму замикання на землю, має бути не більшою, ніж ізоляційна міцність оболонки кабелю.

2.3.122. Для КЛ напругою від 6 кВ до 330 кВ у разі заземлення струмопровідних екранів кабелів з обох кінців (див. 2.3.124, спосіб 1) потрібно перевіряти номінальний переріз екрана за значенням наведеного струму від протікання жилою КЛ струму нормального робочого режиму. Значення наведеного струму в екрані у разі розташування кабелів за схемою «у трикутник» впритул один до одного визначають за формулою:

$$(2.3.2) \quad I_e = I_{кз} \sqrt{\frac{0,0019}{R_{70}^2 + 0,0019}}$$

де I_e - наведений струм екрана, А;

$I_{кз}$ - максимальний робочий струм КЛ, А;

P_{70} - активний опір екрана кабелю за температури 70 °С, Ом/км.

Активний опір екрана кабелю розраховують множенням значення опору за стандартної температури 20 °С на коефіцієнт 1,19 для екрана з міді і 1,2 - для екрана з алюмінію.

Значення наведеного струму в екрані у разі розташування кабелів за схемою «у площині» на відстані одного діаметра між кабелями визначають за формулою:

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \left(1 + 0,25 \frac{0,01}{r} \right) \quad (2.3.3) \quad I_0 = 0,01$$

де I_0 - параметри відповідно до формули (2.3.2).

Якщо КЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ приєднують до РУ ПС, яка має інші РУ напругою 110 кВ і вище, номінальний переріз струмопровідних екранів кабелю, що заземлюють з обох кінців приєднанням до заземлювачів ПС, потрібно додатково перевіряти на протікання 30% найбільшого однофазного струму КЗ, яке може виникнути на РУ напругою 110 кВ і вище.

2.3.123. КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ довжиною понад 30 км треба перевіряти на допустиму довжину КЛ за рівнем напруги на її кінці в режимі робочого ходу за формулою:

$$l = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \frac{1}{\sqrt{VI}} \quad (2.3.4)$$

де B - індуктивність кабелю, мГн/км;

C - ємність кабелю, мкФ/км;

l - допустима довжина КЛ, км.

У разі перевищення довжини КЛ, визначеної за формулою (2.3.4), потрібно виконувати уточнювальні розрахунки режиму напруги КЛ.

2.3.124. Струмопровідні екрани і броню одножильних кабелів (або кабелів окремих ділянок КЛ) заземлюють з обох кінців. Допускається заземлення струмопровідних екранів одножильних кабелів принаймні в одній точці (з одного кінця). Заземлення екранів одножильних кабелів у місцях їх виходу на конструкції ПКЗ є обов'язковим, бо це дозволяє обслуговувати лінійну частину ПКЗ без зняття напруги.

Можливі способи заземлення екранів наведено нижче.

Спосіб І. Заземлення екранів з обох кінців.

Застосування цього способу обов'язкове для кабельних вставок у ПЛ, якщо вставки мають вихід кабелів на конструкції ПКЗ з обох кінців. Допускається застосування способу 1 для КЛ, до яких не встановлюють спеціальних вимог щодо підвищення пропускної спроможності кабелів і обмеження втрат електроенергії в струмопровідних екранах.

Прокладання кабелів за схемою «у площині» у разі заземлення екранів з обох кінців доцільно здійснювати із регулярною транспозицією кабелів (але не менше ніж у двох місцях по довжині КЛ), що дає змогу зменшувати втрати електроенергії під час експлуатації. Відстань між кабелями в місцях транспозиції має бути не меншою ніж діаметр кабелю.

Прокладати кабелі за схемою «у трикутник» у разі заземлення екранів з

обох кінців можна без транспозиції.

Заземлення екранів здійснюють приєднанням їх до заземлювачів РУ кінцевих ПС або до заземлювачів ПКЗ.

Спосіб 2. Заземлення екранів з одного кінця.

Цей спосіб дає змогу уникати значних втрат електроенергії в струмопровідних екранах кабелів під час експлуатації КЛ. Спосіб застосовують із перевіренням значень наведеної напруги на незаземлених кінцях екранів відносно землі за максимального струму жили кабелю в нормальному робочому режимі.

Перевірення виконують виходячи із фактичної довжини КЛ (або ділянки КЛ) і значення питомої наведеної напруги на 1 км КЛ, яке визначають за формулою:

$$E = I'X_m, \quad (2.3.5)$$

де E - питома наведена напруга, В/км;

I - струм жили кабелю в розрахунковому режимі, А;

X_m - питомий індуктивний опір екрана (розрахунок опору див. у додатку Б), Ом/км.

Наведена напруга на незаземленому кінці екрана в нормальному робочому режимі не повинна перевищувати допустимого діючого значення напруги змінного струму, що становить 70% значення випробувальної напруги оболонки кабелю постійного струму. За значення випробувальної напруги оболонки приймають напругу постійного струму, визначену в технічних умовах на виробництві кабелю.

Для захисту ізоляції оболонки кабелю в режимі зовнішнього КЗ на незаземлених кінцях екранів треба встановлювати ОПН (з відповідним їх заземленням). Вибір ОПН здійснюють за розрахунком наведеної напруги на незаземлених кінцях екранів виходячи із фактичної довжини КЛ (або ділянки КЛ) і значення питомої наведеної напруги, визначеного за формулою (2.3.5) за струму зовнішнього КЗ. Для КЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ розрахунок виконують за струму трифазного КЗ. Для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ розрахунок виконують як за струму трифазного, так і за струму однофазного КЗ.

Вибір ОПН здійснюють таким чином, щоб залишкова напруга на ОПН у разі КЗ не перевищувала допустиму напругу ізоляції зовнішньої оболонки кабелю. Вибір здійснюють з урахуванням тривалості режиму зовнішнього КЗ. Допускається встановлення декількох колонок ОПН, якщо енергоємність однієї колонки виявиться недостатньою. Система встановленого ОПН має забезпечувати можливість відключення ОПН та приєднання екрана до заземлення.

Для унеможливлення доторкання до незаземлених кінців екранів на них мають бути встановлені відповідні огорожі.

У разі паралельного прокладання двох КЛ з одножилевими кабелями, на одній із яких застосоване заземлення екранів з одного кінця, належить перевіряти наведену напругу на екрані в ремонтному режимі такої КЛ. У такому випадку на струмопровідному екрані вимкненої для ремонту КЛ може

наводитися напруга від суміжної КЛ, яка знаходиться в нормальному режимі симетричного струмового навантаження.

Наведена напруга на незаземленому кінці екрана кабелю в ремонтному режимі КЛ до накладання тимчасового заземлення екрана має бути не більшою ніж 24 В. Розрахунок наведеної напруги виконують за формулою (2.3.5), у якій за розрахунковий струм жили приймають струм нормального режиму суміжної КЛ і застосовують відповідне значення питомого індуктивного опору (див. додаток Б).

Спосіб 3. Заземлення екранів з обох кінців з транспозицією екранів.

Цей спосіб застосовують з метою зменшення втрат електроенергії під час експлуатації КЛ, у якій значення наведеної напруги на незаземлених кінцях струмопровідних екранів кабелів перевищують значення, установлені для способу 2. Спосіб 3 полягає у здійсненні транспозиції екранів кабелів (без транспозиції струмопровідних жил). Транспозиція екранів - це поділ струмопровідних екранів одножильних кабелів на однакові за довжиною ділянки (елементарні секції) з числом, кратним трьом, і з подальшим з'єднанням елементарних секцій таким чином, щоб неперервні електричні кола екранів були симетричні трьом фазним жилам. Наприклад, кінець екрана першої секції на фазі А з'єднують з початком екрана другої секції на фазі Б, а кінець екрана цієї секції з'єднують з початком екрана третьої секції на фазі С.

Три послідовно з'єднані елементарні секції складають один повний цикл транспозиції. На початку і в кінці кожного циклу транспозиції екрани кабелів заземлюють.

Поділ струмопровідних екранів кабелів на елементарні секції та цикли транспозиції здійснюють за допомогою екранороздільних муфт. Місцем розташування екранороздільних муфт із з'єднанням незаземлених кінців екранів різних одножильних кабелів між собою є вузол транспозиції екранів.

Кожну елементарну секцію екранів у вузлі транспозиції потрібно перевіряти на допустиму наведену напругу змінного струму для оболонки кабелю за умовами, передбаченими в способі 2. Перевірку виконують для нормального робочого

і, за необхідності, ремонтного режиму, виходячи із фактичної довжини КЛ на одному циклі транспозиції екранів і значення питомої наведеної напруги у вузлі транспозиції на 1 км циклу, яке визначають за формулою:

$$E_T = \frac{1}{3N} (I \cdot X_M), \quad (2.3.6)$$

де E_T - питома наведена напруга у вузлі транспозиції, В/км;

I - струм жили кабелю в розрахунковому режимі, А;

X_M - питомий індуктивний опір екрана (розрахунок опору див. у додатку Б), Ом/км;

N - кількість циклів транспозиції.

Захист ізоляції оболонки кабелів в режимі зовнішнього КЗ здійснюють установленням ОПН у вузлах транспозиції (з відповідним їх заземленням). Вибір ОПН здійснюють за розрахунком наведеної напруги на екранах у вузлах транспозиції таким чином, щоб залишкова напруга на ОПН у разі КЗ не перевищувала допустиму напругу ізоляції зовнішньої оболонки кабелю. Якщо наведена напруга у вузлах транспозиції екранів на КЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ не перевищує допустиму, установлювати ОПН не обов'язково.

Для КЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ розрахунок наведеної напруги у вузлах транспозиції під час КЗ виконують за формулою (2.3.6) за струму трифазного КЗ. Для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ розрахунок питомої наведеної напруги у вузлах транспозиції виконують як за струму трифазного КЗ (за формулою 2.3.6), так і за струму однофазного КЗ за формулою:

$$(2.3.7) E_T = \frac{2}{9N} (I \cdot X_m),$$

де E_m - питома наведена напруга у вузлі транспозиції, В/км;

I - струм жили кабелю в режимі однофазного КЗ, А;

X_m - питомий індуктивний опір екрана (розрахунок опору див. у додатку Б), Ом/км;

N - кількість циклів транспозиції.

З'єднання екранів у вузлах транспозиції, установлення ОПН та їх заземлення потрібно виконувати в доступних для обслуговування з'єднувальних коробках, що встановлюють у колодязях з екранороздільними муфтами або в наземних конструкціях біля таких колодязів. Улаштування з'єднувальних коробок в частині ізоляційних відстаней від неізольованих струмопровідних частин виконують за таблицею 4.2.3 глави 4.2. ПУБ «Розподільчі установки і підстінці напругою понад 1 кВ» відповідно до розрахункового значення лінійної напруги між незаземленими кінцями екранів кабелів. Опір заземлювачів ОПН у вузлах транспозиції визначають за таблицею 2.5.29 глави 2.5 ПУБ «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ». Електричні провідники для з'єднання екранів між собою і з ОПН мають бути ізольовані відносно землі на напругу не меншу від наведеної на екрані у вузлі транспозиції.

Спосіб 4. Заземлення екранів з одного кінця із порушенням їх неперервності.

Допускається поділ струмопровідних екранів кабелю на окремі ділянки без збереження неперервних електричних кіл екранів. Кожну окрему ділянку екранів заземлюють лише з одного кінця, як передбачено у способі 2. Довжину кожної ділянки визначають за критеріями і розрахунковими умовами, установленими для способу 2. Опір заземлювачів екранів і ОПН кожної ділянки визначають за таблицею 2.5.29 глави 2.5 ПУБ «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ».

Спосіб 5. Комбінація способів заземлення екранів.

На різних ділянках однієї КЛ допускається застосування комбінацій різних способів заземлення екранів кабелю.

Допускається застосування способу 3 із комбінацією циклів транспозиції екранів різної довжини (за обов'язкового поділу кожного циклу на три елементарні секції практично однакової довжини). Також допускається застосування способу 3 із циклами транспозиції різної довжини в комбінації з іншими способами заземлення екранів залежно від умов прокладання КЛ по трасі.

2.3.125. У разі прокладання КЛ з кабелями з ізоляцією із ЗПЕ в ґрунті місця з'єднання кабелів мають бути розташовані в один ряд або розміщуватися між сусідніми кабелями вздовж траси на відстань не меншу ніж 2 м. Відстань у просвіті між кабельними муфтами в разі їх розташування в один ряд має бути не меншою ніж 250 мм для КЛ напругою до 35 кВ і 500 мм - для КЛ напругою понад 35 кВ (див. також 2.3.75).

У місцях з'єднання необхідно залишати запас кабелю довжиною, достатньою для монтажу муфти, а також для розміщення компенсаційної дуги (компенсатора). Довжина дуги з кожного боку муфти має бути не меншою ніж 350 мм для кабелів напругою до 20 кВ та 400 мм - для кабелів напругою від 35 кВ до 330 кВ. За значної кількості кабелів компенсатори дозволено розміщувати у вертикальній площині. Муфта при цьому має залишатися на рівні прокладання кабелю.

Укладати кабель із зайвою довжиною у вигляді кілець заборонено.

2.3.126. У місцях з'єднання кабелю мають бути зроблені котловани на одній осі із траншеєю глибиною, однаковою з глибиною прокладання кабелю. Ширина котлованів для однієї КЛ має бути не меншою ніж:

- 1,5 м - для кабелю напругою до 20 кВ;
- 1,7 м - для кабелю напругою 35 кВ;
- 2,0 м - для кабелю напругою від 110 кВ до 330 кВ.

Для паралельного прокладання двох КЛ ширина котловану для муфт КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ має бути не меншою ніж 3 м і не меншою ніж 2 м - для кабелів напругою до 35 кВ.

Довжину котловану визначають залежно від кількості і розташування муфт.

Довжина котловану для трьох муфт має становити:

- 5,0 м - для КЛ напругою до 20 кВ;
- 7,0 м - для КЛ напругою від 35 кВ до 330 кВ.

Розміри котлованів для декількох КЛ в одній траншеї визначають відповідно до проекту.

З'єднувати кабелі над і під комунікаціями, а також над перекриттям підземних споруд заборонено.

2.3.127. За наявності на трасі КЛ ґрунтів, які містять речовини, що руйнівню діють на оболонку кабелю, містять будівельне сміття, шлак, або за наявності вигрібних і сміттєвих ям на відстані меншій ніж 2 м траншеєю треба розширювати на 0,5 м в обидва боки та на 0,3 м - у глибину з наступним засипанням нейтральним ґрунтом або прокладати кабелі в неметалевих трубах (діаметр труб див. у 2.3.128).

2.3.128. У разі прокладання КЛ у кабельних трубопроводах (каналах блока) кабелі напругою до 35 кВ можуть бути розміщені по одному фазному кабелю в трубі (каналі) або по три кабелі, з'єднаних за схемою «у трикутник», в одній трубі.

Кабелі напругою від 110 кВ до 330 кВ, що прокладають за схемою «у площині», треба прокладати по одному кабелю в трубі, а кабелі цієї напруги, з'єднані за схемою «у трикутник», треба прокладати разом в одній трубі. Внутрішній діаметр труби по відношенню до зовнішнього діаметра кабелю І) повинен мати розмір не менший ніж 1,51) - у разі прокладання одного кабелю і не менший ніж 3,22) - у разі прокладання трьох кабелів, з'єднаних за схемою «у трикутник».

2.3.129. Загальну довжину труби або каналу блока визначають з урахуванням допустимих зусиль натягу кабелю, що виникають під час протягування кабелю через трубу на прямолінійних ділянках траси та в місцях її згинання. Розраховують натяг кабелю згідно з додатком А.

2.3.130. Для прокладання кабелів застосовують неметалеві трубопроводи. Для забезпечення цілісності оболонки кабелів під час протягування через трубопроводи кабелі треба протягувати в поліетиленових трубах, що збільшує механічну міцність оболонок.

У разі прокладання в трубах КЛ з трижильними або трьома одножильними кабелями можна застосовувати металеві трубопроводи з магнітних матеріалів (сталі, чавуну).

Перетинати КЛ трамвайні лінії та автомобільні дороги треба переважно прокладанням блока неметалевих труб для фаз кабелю (плюс один резервний, який розміщують у загальній металевій трубі збільшеного діаметра). Глибину закладання кабелю визначають за 2.3.60 так само, як для прокладання в ґрунті. Вільний простір у загальній трубі заповнюють бетоном для зміцнення конструкцій у місці перетину.

У разі прокладання в загальній трубі двох КЛ за умови, що кабелі кожної КЛ прокладені в трубах меншого діаметра, відстань між крайніми найближчими кабелями суміжних КЛ треба приймати таку саму, як для КЛ, прокладених без труб (2.3.61).

2.3.131. З'єднувати неметалеві труби треба за допомогою муфт, з'єднувальних патрубків або манжетів і, за необхідності, скріплювати цементним розчином. Застосовувати з'єднувальні елементи з магнітних матеріалів заборонено.

Внутрішній діаметр муфт, патрубків, манжет має бути більшим від зовнішнього діаметра труб.

2.3.132. Прокладати КЛ крізь стіни, перегородки, перекриття треба через відрізки труб із немагнітних негорючих матеріалів, через отвори з гладкими поверхнями в залізобетонних конструкціях або через відкриті прорізи. Порожнини у відрізках труб і отворах та прорізи мають бути ущільнені негорючим матеріалом відповідно до 4.18 ДБН В. 1.1-7-2002 «Пожежна безпека

об'єктів будівництва».

2.3.133. Уводи кабелів у будівлі, кабельні споруди та інші приміщення треба здійснювати в трубах із немагнітних негорючих матеріалів. Кінці труб мають виступати в траншею зі стіни будівлі, фундаменту або за лінію вимощення не меншу ніж 0,6 м і мати нахил у бік траншеї. При цьому треба здійснювати заходи щодо унеможливлення проникнення із траншеї до будівлі, кабельної споруди і приміщень води та дрібних тварин. Труби для вводу кабелів у будинки цивільного призначення мають бути старанно ущільнені для запобігання проникненню в приміщення вологи і газу.

Уводи кабелів у будівлі, кабельні споруди в разі прокладання КЛ у наземних залізобетонних лотках треба здійснювати через перехідні колодязі, які необхідно розташовувати впритул до зовнішньої стіни будівлі або до лінії вимощення. Кінці труб для вводу кабелів мають бути заведені в ці колодязі.

Прокладати кабелі в будівельних основах без труб заборонено.

2.3.134. У траншеях, трубах, кабельних спорудах КЛ з одножильними кабелями трьох фаз прокладають паралельно за двома схемами: «у площині» або «у трикутнику».

Відстань між кабелями в разі прокладання їх за схемою «у площині» має бути не меншою від діаметра кабелю, а навколо кабелів у цій площині не треба утворювати замкнутих контурів із магнітних матеріалів. Застосовувати кріплення, екрани, бандажі, хомути тощо з магнітних матеріалів, які утворюють навколо кабелю замкнутий контур, заборонено.

2.3.135. У разі прокладання кабелів за схемою «у трикутнику» їх треба скріплювати стрічками, стяжками, хомутами або скобами. У разі прокладання кабелів у траншеї під час засипання ґрунтом кабелі мають залишатися в попередньому положенні (за схемою «у трикутнику»). Для забезпечення цього слід підібрати належний крок скріплення.

У разі прокладання КЛ під відкритим небом вони мають бути скріплені з кроком 1,0-1,5 м по довжині КЛ і на відстані, не більшій ніж 0,5 м від кожного місця повороту траси КЛ. У місцях біля з'єднувальних і кінцевих муфт кабелі скріплюють відповідно до проекту.

2.3.136. Для скріплення кабелів трьох фаз однієї КЛ за схемою «у трикутнику» дозволено використовувати хомути або скоби з магнітних матеріалів за умови застосування еластичних прокладок для захисту оболонки кабелю від механічних пошкоджень. Металеві кріплення повинні мати ефективне антикорозійне покриття, розраховане на весь термін експлуатації КЛ.

2.3.137. Кабелі, які прокладають по конструкціях, консолях, естакадах, стінах, перекриттях, фермах тощо, треба закріплювати в кінцевих точках безпосередньо біля кінцевих муфт та на поворотах траси (з обох боків від місця згинання на відстані не більшій ніж 0,5 м). На інших ділянках траси кабелі закріплюють по довжині кабельної лінії з кроком 1,0-1,5 м.

Під кінцевими муфтами кабелі треба закріплювати у двох місцях на відстані, не більшій ніж 1,2 м від нижнього краю муфти.

У разі укладання кабелів на консолі їх треба закріплювати на кожній

консолі. Відстань між консолями має бути не більшою ніж їм. У разі укладання кабелів вертикально по конструкціях і стінах їх треба закріплювати на кожній кабельній конструкції.

Закріплювати кабелі треба таким чином, щоб запобігти виникненню деформації кабелів і муфт від дії власної ваги, механічних напружень, що виникають за нагрівання і охолодження в робочих режимах кабелю, а також від механічних зусиль між кабелями під час КЗ.

Розраховувати механічні зусилля, які виникають між кабелями під час КЗ, треба згідно з додатком А.

2.3.138. У місцях жорсткого кріплення кабелів на конструкціях треба використовувати прокладки з еластичного матеріалу (листова гума, листовий полівінілхлорид, неопрен тощо). Прокладки мають виступати за краї хомутів або скоб на ширину 5-8 мм.

У разі прокладання кабелів по конструкціях під відкритим небом треба застосовувати пластикові або гумові прокладки кріплення, стійкі до ультрафіолетового випромінювання.

На територіях відкритих розподільчих установок у разі виходу кабелів із землі до їх кінцевих муфт кабелі треба захищати неметалевими трубами на висоту не меншу ніж 0,5 м.

ЗАЗЕМЛЕННЯ

2.3.139. В електроустановках напругою понад 1 кВ кабелі з металевими оболонками або бронею, а також металеві кабельні конструкції, по яких прокладають кабелі, мають бути заземленими, а в електроустановках напругою до 1кВ - з'єднаними із захисним РЕ-провідником відповідно до 1.7.77 глави 1.7 ПУЕ «Заземлення і захисні заходи електробезпеки».

Опір заземлювачів, до яких присьднують оболонки і броню кабелів, а також екрани однофазних кабелів напругою понад 1 кВ слід розраховувати згідно з 1.7.98 глави 1.7 ПУЕ «Заземлення і захисні заходи електробезпеки» для КЛ в електричних мережах з ізольованою, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю і приймати опір заземлювачів не більший за опір, наведений у таблиці 2.5.29 глави 2.5 ПУЕ «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ».

2.3.140. Під час вибору системи заземлення екранів однофазних кабелів слід враховувати напруги наземлювальних пристроях кінцевих ПС у разі протікання через пристрої розрахункових струмів замикання на землю. Визначати струм для розрахунку опору заземлювального пристрою, що використовується одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ і понад 1 кВ, треба з урахуванням струмів екранів однофазних кабелів, якщо екрани поділено на частини (секції) із втратою неперервності відповідно до 2.3.124, спосіб 4.

2.3.141. У разі заземлення або з'єднання з РЕ-провідником металевих

оболонок силових кабелів оболонка і броня мають бути з'єднані гнучким мідним проводом між собою та з корпусами муфт (кінцевих, з'єднувальних тощо). На кабелях 6 кВ і вище з алюмінієвими оболонками заземлювати оболонки і броні треба за допомогою окремих заземлювальних провідників. Якщо на опорі конструкції встановлено зовнішню кінцеву муфту і комплект ОПН, то броні, металеві оболонки та муфти мають бути присьєдані до заземлювача ОПН. Використовувати як заземлювач тільки металеві оболонки кабелів у такому разі заборонено.

Для КЛ з багатожильними кабелями треба використовувати заземлювальні, захисні РЕ-провідники та гнучкі мідні провідники, як і оболонки кабелів, з таким перерізом, який має витримувати струми подвійного КЗ на землю. У всіх випадках переріз має бути не меншим ніж 6 мм² (для мідного провідника).

Заземлювальні провідники екранів однофазних кабелів треба виконувати з міді перерізом не меншим ніж переріз екрана (для екранів з міді) або не меншим ніж 60% перерізу екрана (для екранів з алюмінію).

Переріз РЕ-провідників контрольних кабелів треба вибирати відповідно до вимог 1.7.137-1.7.139 глави 1.7 ПУЕ «Заземлення і захисні заходи електробезпеки».

Естакади та галереї мають бути обладнані блискавковідводом, якщо вони не знаходяться в зонах блискавковідводу інших об'єктів.

2.3.142. На КЛМ низького тиску заземлюють кінцеві, з'єднувальні та стопорні муфти.

На КЛМ з алюмінієвими оболонками пристрої підживлення масла треба присьєднувати до КЛ через ізолюючі вставки, а корпуси кінцевих муфт - ізолювати від алюмінієвих оболонок кабелів. Зазначену вимогу не поширюють на КЛ з безпосереднім уведенням у трансформатори.

У разі застосування для КЛМ низького тиску броньованих кабелів у кожному колодязі броню кабелю по обидва боки муфти треба з'єднувати зварюванням і заземлювати. Сталеві трубопроводи КЛМ високого тиску, прокладені в ґрунті, мають бути заземлені в усіх колодязях і з обох кінців, а прокладені в кабельних спорудах - з обох кінців і в проміжних точках відповідно до проекту.

За необхідності активного захисту сталевих трубопроводів від корозії їх треба заземлювати відповідно до вимог цього захисту з обов'язковим забезпеченням можливості контролю електричного опору антикорозійного покриття.

2.3.143. У разі переходу КЛ з багатожильними кабелями напругою до 10 кВ у ПЛ і за відсутності на опорі ПЛ заземлювача кабельні муфти (щоглові) дозволено заземлювати присьєднанням до металевої оболонки кабелю, якщо кабельну муфту на іншому кінці кабелю присьєднано до заземлювача або опір заземлення кабельної оболонки відповідає вимогам таблиці 2.5.29 глави 2.5

ПУЕ «Повітряні лінії елек- тропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ».

На ПКЗ кабельної вставки і ПЛ напругою до 330 кВ струмопровідні екрани одножильних кабелів та всі елементи КЛ, що підлягають заземленню, мають бути приєднані до заземлювача опори П Л, на якій або біля якої встановлюють елементи ПКЗ. Опір заземлювача ПКЗ має відповідати вимогам таблиці 2.5.29 глави 2.5 ПУЕ «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ».

ВИМОГИ ДО БУДІВЕЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КАБЕЛЬНИХ СПОРУД

2.3.144. Будівельну частину кабельних споруд виконують відповідно до вимог 2.3.145-2.3.160, а також відповідно до будівельних норм і нормативних актів з пожежної безпеки, виходячи зі сфери їх застосування, зокрема:

- СНиП 2.09.03-85 «Сооружения промышленных предприятий» (раздел 4 «Тоннели и каналы», раздел 15 «Галереи и эстакады»);

- НАПБ 05.031-2001 «Інструкція з пожежної безпеки та захисту автоматичними установками водяного пожежегасіння кабельних споруд»;

- НАПБ 05.028-2004 «Противопожарный захист енергетичних підприємств, окремих об'єктів та енергоагрегатів. Інструкція з проектування і експлуатації»;

- НАПБ В.05.023 - 2005/111 «Інструкція щодо застосування вогнезахисних покриттів для кабелів у кабельних спорудах».

2.3.145. Кабельні споруди повинні мати такі габарити:

тунелі, колектори, естакади, галереї, кабельні поверхи, кабельні колодязі:

- висота проходу в просвіті між кабельними конструкціями -1,8 м;

- ширина проходу в просвіті між конструкціями за двостороннього їх розміщення -1,0 м;

- ширина проходу в просвіті між стіною і конструкціями за одностороннього їх розміщення - 0,9 м;

кабельні канали і подвійні підлоги:

- висота (глибина) - не більше ніж 1,2 м;

- ширина 0,3 м за глибини до 0,6 м;

- ширина 0,45 м за глибини понад 0,6 м до 0,9 м;

- ширина 0,6 м за глибини понад 0,9 м до 1,2 м.

Дозволено в окремих місцях звужувати проходи до 0,8 м у просвіті або знижувати висоту проходу до 1,5 м за довжини 1,0 м зі зменшенням на 15% (порівняно з таблицею 2.3.3) відстані між кабельними конструкціями по вертикалі за одно- і двостороннього розташування конструкцій.

2.3.146. У місцях скупчення підземних комунікацій дозволено виконувати напівпрохідні тунелі висотою, зменшеною порівняно з передбаченою у 2.3.145, але не меншою ніж 1,5 м у просвіті за таких умов:

- напруга КЛ має бути не вищою за 10 кВ;

- довжина тунелю має бути не більшою ніж 100 м;

- інші відстані, крім висоти, мають відповідати наведеним у 2.3.145;

- у кожному кінці тунелів мають бути виходи або люки.

2.3.147. Габарити кабельних колодязів мають відповідати наведеним у 2.3.145, габарити камер не нормуються. Кабельні колодязі, якщо їх призначено для розміщення муфт, повинні мати розміри, що забезпечують монтаж муфт. Колодязі, розташовані на березі, на підводних переходах КЛ, повинні мати розміри, що забезпечують розміщення резервних кабелів.

На дні колодязів треба влаштовувати приямки для збирання ґрунтових і зливових вод, а також передбачати водовідвідні пристрої (див. 2.3.148).

Кабельні колодязі треба обладнувати металевими сходами.

У кабельних колодязях кабелі та муфти слід укладати на конструкції, лотки або перегородки.

2.3.148. У тунелях і каналах треба виконувати гідроізоляцію, а також забезпечувати відведення ґрунтових і зливових вод. Необхідно також вживати заходів щодо запобігання потраплянню в тунелі і канали технологічних вод і масел. Підлоги в них повинні мати нахил не менший ніж 0,5% у бік водозбірників або зливової каналізації.

У кабельних каналах, що будують поза приміщеннями і які розташовані вище рівня ґрунтових вод, дозволено використовувати земляне дно з дренажем (підсипання утрамбованого гравію або піску товщиною 10-15 см).

У тунелях і кабельних колодязях треба передбачати водовідвідні пристрої; при цьому належить застосовувати переважно автоматичний їхній пуск залежно від рівня води. Пускові апарати та електродвигуни повинні мати виконання, що допускає їхню роботу в особливо вологих місцях.

2.3.149. Кабельні канали і подвійні підлоги в РУ і приміщеннях треба перекривати знімними плитами з негорючих матеріалів. В електромашинних і аналогічних приміщеннях канали треба перекривати переважно рифленою сталлю, а в приміщеннях щитів керування з паркетними підлогами або підлогами із синтетичним покриттям - дерев'яними щитами, захищеними знизу плитами з негорючого матеріалу, які забезпечують необхідну межу вогнестійкості (визначається проектом). Перекриття каналів і подвійних підлог мають забезпечувати по ньому переміщення відповідного устаткування.

2.3.150. Кабельні канали поза будинками поверх знімних плит треба засипати шаром землі товщиною, не меншою ніж 0,3 м. На обгороджених територіях засипати кабельні канали землею поверх знімних плит не обов'язково.

Підземні тунелі поза будинками поверх перекриття треба засипати шаром землі товщиною, не меншою ніж 0,5 м.

2.3.151. У межах одного енергоблоку електростанції дозволяється виконання кабельних споруд з межею вогнестійкості EI15. При цьому технологічне устаткування, яке може служити джерелом пожежі (баки з маслом, масло станції тощо), повинні мати огорожі з межею вогнестійкості не менше EI 45, що виключають можливість загоряння кабелів при виникненні пожежі на цьому устаткуванні.

У межах одного енергоблоку електростанції дозволяється прокладання кабелів поза спеціальними кабельними спорудами за умови надійного їх захисту від механічних пошкоджень і занесення пилом, від іскор і вогню при проведенні ремонту технологічного устаткування, забезпечення нормальних температурних умов для кабельних ліній та зручності їх обслуговування.

Для забезпечення доступу до кабелів при розташуванні їх на висоті 5 м і

більше повинні споруджуватись спеціальні площадки і проходи.

Для одиночних кабелів і невеликих груп кабелів (до 20) експлуатаційні площадки можуть не споруджуватись, але при цьому має бути забезпечена можливість швидкої заміни і ремонту кабелів в умовах експлуатації.

При прокладанні кабелів у межах одного енергоблоку поза спеціальними кабельними спорудами має забезпечуватись, по можливості, розділення їх на окремі групи, що проходять по різних трасах.

2.3.152. У разі спільного прокладання кабелів і теплопроводів у спорудах додаткове нагрівання повітря теплопроводом у місцях розташування кабелів у будь-який час року не має перевищувати 5 °С, для чого передбачають вентиляцію споруд і теплоізоляцію на трубах.

На території електростанцій кабельні споруди зовнішніх електромереж мають бути відділені від кабелів електростанції перекриттям, виконаним із негорючих матеріалів та з межею вогнестійкості не менше EI45.

Кабельні шахти мають бути відокремлені від кабельних тунелів, поверхів та інших кабельних споруд перегородками з межею вогнестійкості не менш ніж EI 45, виконаних із негорючих матеріалів.

Кабельні поверхи, тунелі, галереї, естакади і шахти мають бути відокремлені від інших приміщень та сусідніх кабельних споруд перегородками і перекриттями з межею вогнестійкості не менш ніж EI 45, виконаних з негорючих матеріалів.

Двері до кабельних споруд і в перегородках кабельних споруд, що мають межу вогнестійкості EI 45, повинні мати межу вогнестійкості не менш ніж EI 30.

2.3.153 Відповідно до НАПБ 05.028-2004 «Протипожежний захист енергетичних підприємств, окремих об'єктів та енергоагрегатів. Інструкція з проектування і експлуатації», кабельні споруди обладнують:

- установками автоматичного пожежегасіння в закритих прохідних кабельних спорудах (кабельні тунелі, закриті галереї, поверхи, прохідні кабельні шахти) на ПС напругою 500 кВ і вище та закритих ПС напругою 110 кВ і вище;

- автоматичною пожежною сигналізацією на ПС напругою 220 кВ і вище.

Виконання в повному обсязі захисту кабелів відповідно до НАПБ В.05.023-2005/111 «Інструкція щодо застосування вогнезахисних покриттів для кабелів у кабельних спорудах» дозволяє не передбачати в кабельних спорудах автоматичних установок пожежегасіння.

2.3.154 Обладнувати кабельні підвали та тунелі, міжцехові кабельні тунелі та внутрішньо-цехові та комбіновані тунелі установками автоматичного пожежегасіння і пожежною сигналізацією треба відповідно до вимог НАПБ Б.06.004-2005 «Перелік однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежегасіння та пожежною

сигналізації».

2.3.155. У разі прокладання КЛМ у галереях опалення їх необхідно передбачати відповідно до технічних умов на кабелі. Приміщення агрегатів маслопідживлення ліній високого тиску повинні мати природну вентиляцію.

Підземні пункти підживлення масла дозволено сполучати з кабельними колодязями, обладнаними водовідвідними пристроями згідно з 2.3.148.

2.3.156. Кабельні споруди, за винятком естакад, колодязів для муфт, каналів і камер, мають бути забезпеченими природною або штучною вентиляцією, при цьому в кожному відсіку має бути окрема вентиляція. Розраховують вентиляцію кабельних споруд виходячи з перепаду температур між вхідним і вихідним повітрям не більшим ніж 10 °С. При цьому треба унеможливити утворення мішків гарячого повітря у місцях звуження тунелів, у місцях поворотів, обходів тощо. Вентиляційні пристрої мають бути обладнані шиберами для припинення доступу повітря в разі загоряння, а також для запобігання промерзанню тунелю в зимовий період. Вентиляційні пристрої мають забезпечувати можливість для застосування автоматики припинення доступу повітря в споруду.

2.3.157. У разі прокладання кабелів усередині приміщень треба унеможливити перегрівання кабелів від підвищеної температури навколишнього повітря та від нагрівання їх від технологічного устаткування.

2.3.158. Кабельні споруди, за винятком колодязів для муфт, каналів, камер і відкритих естакад, треба обладнувати електричним освітленням і електричною мережею для живлення переносних світильників та інструменту. На електростанціях мережу для живлення інструменту дозволено не виконувати.

2.3.159. Кабельні споруди вітроелектростанцій, розташованих на території вітрополів, треба виконувати відповідно до вимог, що стосуються споруд КЛ, прокладених у ґрунті.

2.3.160. Найменші відстані від кабельних естакад і галерей до будинків і споруд мають відповідати наведеним у таблиці 2.3.4.

У разі паралельного проходження естакад і галерей з ПЛ зв'язку та радіофікації найменші відстані між кабелями та проводами лінії зв'язку та радіофікації визначають на підставі розрахунку впливу КЛ на лінії зв'язку та радіофікації. Проводи зв'язку та радіофікації можна розташовувати під і над естакадами і галереями.

Найменшу висоту кабельних естакад і галерей у непроїзній частині території промислового підприємства треба приймати з розрахунку можливості прокладання нижнього ряду кабелів на рівні не меншому ніж 2,5 м від планувальної відмітки території.

Перетинання кабельних естакад і галерей з ПЛ електропередавання, внутрішньозаводськими залізничними шляхами та автомобільними дорогами,

проїздами для пожежних автомашин, канатними дорогами, ПЛ зв'язку і радіофікації та трубопроводами треба виконувати під кутом не меншим ніж 30°.

Розташовувати естакади і галереї у вибухонебезпечних зонах треба відповідно до 4.8.33-4.8.36 НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

ГЛАВА 2.3 Кабельні лінії напругою до 330 кВ

Таблиця 2.3.4. Найменша відстань від кабельних естакад і галерей до будинків і споруд

Споруда	Нормована відстань	Найменші розміри, м
1	2	3
<i>У разі паралельного прокладання по горизонталі</i>		
Будинки та споруди із глухими стінами	Від конструкції естакади і галереї до стіни будинку та споруди	Не нормується
Будинки та споруди, що мають стіни із прорізами	Те саме	2
Внутрішньозаводська неелектрифікована залізниця	Від конструкції прохідної естакади і галереї до габариту найближчих споруд	1
	Від конструкції непрохідної естакади до габариту найближчих споруд	3
Автомобільна дорога загального користування, внутрішньозаводська автодорога та проїзди для пожежних автомашин	Від конструкції естакади і галереї до бордюрного каменя, зовнішньої брівки або підшви кювету дороги	2
Канатна дорога	Від конструкції естакади і галереї до габариту рухомого складу	1
Надземний трубопровід	Від конструкції естакади і галереї до найближчих частин	0,5
ПЛ електропередавання	Від конструкції естакади і галереї до проводів	Див. 2.5.169 таблиці 2.5.32 глави 2.5 ПУЕ
<i>У іші перетину по вертикалі</i>		
Внутрішньозаводська неелектрифікована залізниця	Від нижньої відмітки естакади і галереї до головки рейки	5,6
Внутрішньозаводська електрифікована залізниця	Від нижньої відмітки естакади і галереї: - до головки рейки; - до найвищого проводу або несучого троса контактної мережі	7,1 3,0
Внутрішньозаводська автомобільна дорога та проїзди для пожежних автомашин	Від нижньої відмітки естакади і галереї до полотна автомобільної дороги, та проїзду для пожежних автомашин	4,5
Надземний трубопровід	Від конструкції естакади і галереї до найближчих частин	0,5
ПЛ електропередавання	Від конструкції естакади і галереї до проводів	Див. 2.5.174 глави 2.5 ПУЕ
ПЛ зв'язку та	Те саме	1*5

СИСТЕМА ПІДЖИВЛЕННЯ МАСЛА ДЛЯ КАБЕЛЬНИХ

2.3.161. Система підживлення масла для КЛМ має забезпечувати надійну роботу КЛМ у будь-яких нормальних і перехідних теплових режимах.

2.3.162. Обсяг масла в системі підживлення для КЛМ треба визначати з урахуванням витрати масла на підживлення кабелю. Крім того, треба мати запас масла для аварійного ремонту та заповнення найбільш протяжної секції КЛМ.

2.3.163. Баки підживлення КЛМ низького тиску розміщують переважно в закритих приміщеннях. Кількість баків підживлення визначено в проєкті. На відкритих пунктах підживлення баки доцільно розташовувати на металевих конструкціях, захищених від прямих сонячних променів. Баки треба обладнувати покажчиками тиску масла.

2.3.164. Агрегати підживлення КЛМ високого тиску треба розміщувати в закритих приміщеннях, що мають температуру не нижчу ніж 10 °С поблизу місця приєднання до КЛ (див. також 2.3.155). Приєднання декількох агрегатів підживлення до КЛМ виконують через колектор масла.

2.3.165. У разі паралельного прокладання декількох КЛМ високого тиску підживлення маслом кожної КЛМ доцільно здійснювати від окремих агрегатів підживлення або встановлювати пристрій для автоматичного перемикавання агрегатів на ту або іншу КЛМ.

2.3.166. Агрегати підживлення забезпечують електроенергією переважно від двох незалежних джерел живлення з обов'язковим установленням пристрою автоматичного вмикання резерву. Агрегати підживлення треба відділяти один від одного перегородками з межею вогнестійкості не меншою ніж EI45, виконаними

з негорючого матеріалу.

2.3.167. Кожна КЛМ повинна мати систему сигналізації тиску масла, яка забезпечує реєстрацію та передачу черговому персоналу сигналів про зниження або підвищення тиску масла понад допустимі межі.

2.3.168. На кожній секції КЛМ низького тиску треба встановлювати принаймні два датчики, на КЛМ високого тиску - датчик на кожному агрегаті підживлення. Аварійні сигнали треба передавати на пункт чергування з постійним персоналом. Система сигналізації тиску масла повинна мати захист від впливу електричних полів силових КЛ.

2.3.169. Пункти підживлення на КЛМ низького тиску треба обладнувати телефонним зв'язком із диспетчерськими пунктами, у сфері керування яких знаходиться КЛМ.

2.3.170. Маслопровід, що з'єднує колектор агрегату підживлення з КЛМ високого тиску, треба прокладати в приміщеннях за температури вище 0 °С. Допускається прокладати його в утеплених траншеях, лотках, каналах та в ґрунті нижче зони промерзання за умови забезпечення температури навколишнього середовища вище 0 °С.

2.3.171. У приміщенні щита із приладами для автоматичного керування агрегатом підживлення вібрація має не перевищувати допустимих меж.

Додаток А
до глави
2.3
«Кабельні лінії напругою до 330 кВ»
(обов'язковий)

**РОЗРАХУНОК МЕХАНІЧНИХ ЗУСИЛЬ У КАБЕЛЯХ ПІД ЧАС ЇХ
ПРОКЛАДАННЯ ТА ВІД ДІЇ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ**

А.1. Зусилля натягу кабелю $F(H)$ не мають створювати механічних напружень у номінальному перерізі багатодротової жили кабелю, які перевищують їх допустимі значення, а саме:

- 20 Н/мм² (20 МПа) - для жили із м'якого алюмінію;
- 40 Н/мм² (40 МПа) - для жили із твердого алюмінію;
- 50 Н/мм² (50 МПа) - для мідної жили.

У разі розрахунку допустимого зусилля натягу під час протягування за оболонку КЛ з трижильним кабелем потрібно враховувати переріз трьох жил.

У разі одночасного протягування трьох КЛ з одножильними кабелями потрібно враховувати переріз однієї жили.

А.2. Під час проектування КЛ траса і будівельні довжини кабелів мають бути вибрані таким чином, щоб під час протягування кабелю не було перевищено допустиме зусилля натягу.

А.3. Зусилля натягу $F(H)$, що виникає в кінці прямої ділянки траси, визначають за такими формулами:

для траси без різниці у рівнях - за формулою:

$$F = 9,81 \cdot M^a \cdot I \cdot J, \quad (\text{A.1})$$

де M - лінійна вага кабелю, кг/м;

I - довжина ділянки траси, м;

J - коефіцієнт тертя;

для траси з нахилом - за формулою:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot I \cdot (f_i - \cos\beta) \pm \sin\beta, \quad (\text{A.2})$$

де β - кут нахилу траси, град;

$+\sin\beta$ - у разі протягування кабелю знизу вгору;

$-\sin\beta$ - у разі протягування кабелю зверху вниз.

Коефіцієнти тертя приймають за таких значень:

$J = 0,2-0,3$ - у разі протягування кабелю по роликах; $\mu =$

$0,4-0,6$ - у разі протягування кабелю в бетонні блоки;

$J = 0,1-0,2$ - у разі протягування кабелю в пластмасові труби зі змащуванням;

$\mu = 0,15-0,25$ - у разі протягування кабелю в пластмасові труби з підливанням води;

$f_i = 0,1-0,15$ - у разі протягування кабелю в пластмасові труби зі змащуванням і підливанням води.

А.4. На поворотах траси для протягування кабелю потрібно прикладати додаткові зусилля (порівняно з прокладанням кабелю на прямих ділянках). У місцях закінчення повороту кабелю зусилля натягу (Н) на нього розраховують за формулою:

$$F_E = F_A \cdot e^{a\mu}, \quad (\text{A.3})$$

де F_A - зусилля натягу на кабель до повороту після протягування його на прямолінійній ділянці траси, Н; a - кут повороту траси, радіан; μ - коефіцієнт тертя.

А.5. Під час протягування кабелю в разі повороту траси в місці згинання кабелю виникає радіально спрямоване зусилля на одиницю довжини кабелю P_r (Н/м), яке визначають за формулою:

$$(\text{A.4}) \quad F_r = F_E \cdot \frac{\sin\left(\frac{a^\circ}{2}\right)}{r \cdot \pi \cdot \frac{a^\circ}{360^\circ}},$$

де F_E - зусилля натягу кабелю, Н;

a° - кут повороту траси, град; r -

радіус згинання кабелю, м.

За кутів a менших ніж 90° використовують спрощену формулу:

$$(\text{A.5}) \quad F_r = \frac{F_E}{r}.$$

Допустиме радіальне зусилля для неброньованого кабелю становить:

1500 Н/м - у разі протягування кабелю через один ролик у місці згинання;

4500 Н/м - у разі протягування кабелю через три ролики на 1 м довжини;

7500 Н/м - у разі протягування кабелю через п'ять роликів на 1 м

довжини; 10000 Н/м - у разі протягування кабелю в трубі.

А.6. Розрахунок механічного зусилля P_{K3} (Н/м), що виникає між двома кабелями під час КЗ, виконують за формулою:

$$P_{K3} \sim 1,25 \cdot I^2 \quad (\text{A.6})$$

де 5 - відстань між центрами жил кабелів, м;

I - струм зовнішнього двофазного КЗ, яке створює найбільші динамічні зусилля, А.

РОЗРАХУНОК ПИТОМОГО ІНДУКТИВНОГО ОПОРУ СТРУМОПРОВІДНОГО ЕКРАНА ОДНОЖИЛЬНИХ КАБЕЛІВ

Б.1. Питомий індуктивний опір екрана залежить від взаємоіндукції між елементами КЛ - екраном і жилами кабелів. Значення питомого індуктивного опору визначають за формулою загального вигляду:

$$X_m = (i) M \quad (\text{Б.1})$$

де X_m - питомий індуктивний опір екрана, Ом/км;

M - коефіцієнт взаємоіндукції, Гн/км;

(ω) - кутова частота змінного струму, рад/с;

$$(\omega = 2\pi f, \quad (\text{Б.2})$$

де f - частота змінного струму, Гц.

Б.2. Коефіцієнт взаємоіндукції M визначають за формулою, у якій вплив конфігурації взаємного розташування жил і екранів кабелів у просторі представлений параметром y :

$$M = 2 \cdot 10^{-4} \cdot y \quad (\text{Б.3})$$

де M - коефіцієнт взаємоіндукції, Гн/км;

y - безрозмірний параметр впливу конфігурації (розрахунок параметра див. у Б.5-Б.7).

Б.3. Загальна формула (Б.1) з урахуванням формул (Б.2) та (Б.3) набуває наступного вигляду:

$$X_m = 2\omega \cdot 10^{-4} \cdot y. \quad (\text{Б.4})$$

Під час виконання розрахунків наведеної на екрані напруги з частотою $f = 50$ Гц слід керуватися формулою (Б.4) у такому вигляді:

$$X_m = 0,0628 \cdot y, \quad (\text{Б.5})$$

де X_m - питомий індуктивний опір екрана одножильного кабелю, Ом/км;

y - параметр впливу конфігурації.

Б.4. У пунктах Б.5-Б.7 наведені математичні вирази для розрахунку параметра впливу конфігурації y , які визначені на підставі припущення, що діаметр

струмопровідного екрана дорівнює зовнішньому діаметру кабелю. Ці вирази дійсні для умов прокладання кабелів у ґрунті, на поверхні ґрунту або над поверхнею ґрунту, а також у трубах і кабельних каналах.

Б.5. Параметр u для трифазного режиму КЛ.

У режимі трифазного струмового навантаження значення параметра u залежить від взаємного розташування кабелів у перерізі траси КЛ (за схемою «у площині» або «у трикутнику»).

У разі розташування кабелів за схемою «у площині» параметр u визначають за формулою:

$$u^{TM} = I_{ny} \sqrt{14 - p^2 + 1}, \quad (\text{Б.6})$$

Де

(Б.7)

звідки v - відстань між центрами жил двох суміжних кабелів, розташованих за схемою «у площині», м;

d - зовнішній діаметр кабелю, м.

У разі розташування кабелів за схемою «у трикутник» параметр u визначають за формулою:

$$u_{II}^E = 0,5 \sqrt{\frac{1}{\sqrt{3}} \left(\sqrt{1 + \frac{1}{3} \left(\frac{v^2}{d^2} + 1 \right)} + \frac{v}{d} \right)} \quad (\text{Б.8})$$

де p - параметр за формулою (Б.7), у якій s - це відстань між центрами жил кабелів, розташованих у вершівках рівнобічного трикутника, м.

Окремі значення параметра u для трифазного режиму струмового навантаження наведено в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1. Параметр u для трифазного режиму

ρ	1	2	3
$u(3) \cdot \text{мл}$	0,8	1,42	1,81
$\sqrt{3} \cdot \text{тр}$	0,7	1,2	1,54

Б.6. Параметру для режиму однофазного КЗ на землю.

Якщо дані про питомий опір товщі землі уздовж траси КЛ відомі із достатньою достовірністю, то параметр u визначають за формулою:

$$I'' = 4,725 + 0,5I_{np} - I_{п0,5B_k},$$

(Б.9)

$\rho_{\text{дз}}$ - питомий опір землі, Ом • м;

$B_{\text{к}}$ - зовнішній діаметр кабелю, м.

Якщо дані про питомий опір землі не відомі, допускається визначення параметра γ за формулою:

$$\gamma^{(1)} = 6,91 - \ln 0,5 B_{\text{к}}, \quad (\text{Б.10})$$

де B - зовнішній діаметр кабелю, м.

Б. 7. Параметру для ремонтного режиму при паралельних КЛ.

У ремонтному режимі параметр γ зумовлений конфігурацією розташування одножилних кабелів на КЛ, яка перебуває в робочому режимі навантаження, по відношенню до екранів кабелів КЛ, що перебуває в ремонтному режимі (КЛ вимкнено).

У разі розташування кабелів за схемою «у площині» на КЛ, що перебуває в робочому режимі, значення параметра γ визначають за формулою:

$$\gamma_{\text{пл}}^{(3)} = \ln \frac{\sqrt{\beta^2 + (\alpha + 0,5)^2}}{\alpha + 0,5}, \quad (\text{Б.11})$$

де

A

$$\alpha = \frac{A}{D_{\text{к}}}, \quad (\text{Б.12})$$

звідки A - найменша відстань у просвіті між кабелем КЛ, що перебуває в робочому режимі, і кабелем лінії, виведеної в ремонт, м;

- зовнішній діаметр кабелю КЛ, що перебуває в робочому режимі, м;

β - параметр за формулою (Б. 7), у якій β - відстань між центрами жил двох суміжних кабелів, розташованих за схемою «у площині» на КЛ, що перебуває в робочому режимі.

У разі розташування кабелів за схемою «у трикутник» на КЛ, що перебуває в робочому режимі, значення параметра γ визначають за формулою:

$$\gamma_{\text{тр}}^{(3)} = \ln \frac{0,87\beta + \alpha + 0,5}{\sqrt{0,25\beta^2 + (\alpha + 0,5)^2}}, \quad (\text{Б.12})$$

де a - параметр за формулою (Б. 12);

β - параметр за формулою (Б. 7), у якій β - відстань між центрами жил кабелів, розташованих у верхівках рівнобічного трикутника на КЛ, що перебуває в робочому режимі.

Окремі значення параметра для ремонтного режиму (за орієнтовних значень параметра a для КЛ різних класів напруги) наведено в таблиці Б.2.

Таблиця Б2. Коефіцієнти форми для ремонтного режиму

Коефіцієнт форми P		1	2	3
КЛ 6-10 кВ $a = 2$	«у площині»	0,07	0,25	0,45
	«у трикутнику»	0,28	0,46	0,56
КЛ 20-35 кВ $a = 3$	«у площині»	0,04	0,14	0,28
	«у трикутнику»	0,21	0,36	0,48
КЛ 110-330 кВ $a = 5$	«у площині»	0,02	0,06	0,13
	«у трикутнику»	0,14	0,26	0,37

**ГЛАВА 2.4 ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ
НАПРУГОЮ ДО 1 кВ ГЛАВА 2.5 ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ
ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ
НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 кВ ДО 750 кВ**



МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

НАКАЗ

5 січня 2006 р.

№ 3

м. Київ

**Про затвердження та введення в дію нової редакції глав 2.4,2.5 Правил
улаштування електроустановок**

Державним підприємством «Український науково-дослідний, проектно-вишукувальний та конструкторсько-технологічний інститут «Укрсілэнергопроект» з Державним проектно-вишукувальним та науково-дослідним інститутом «Укрэнер-гомережпроект», Донбаською національною академією будівництва та архітектури, Полтавським технічним університетом та іншими на замовлення Об'єднання енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» переглянуто і підготовлено нову редакцію глави 2.4 «Повітряні лінії електро- передавання напругою до 1

кВ» та глави 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» Правил улаштування електростановак (ПУЕ), які погоджено Держбудом України, Державним департаментом пожежної безпеки МНС України, Державним комітетом з нагляду за охороною праці, Міністерством охорони здоров'я, Міністерством екології та природних ресурсів.

З метою введення в дію нової редакції глав 2.4, 2.5 ПУЕ

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити главу 2.4 «Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ» і главу 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» ПУЕ у новій редакції, що додається.

2. Госпрозрахунковому підрозділу «Науково-інженерний енергосервісний центр» Інституту «Укрсіленергопроект» (Білоусов В.І.) внести глави 2.4 та 2.5 ПУЕ до реєстру і комп'ютерного банку даних чинних нормативних документів Мінпаливенерго.

3. Енергетичним компаніям і підприємствам замовити в Об'єднанні енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» необхідну кількість примірників глав 2.4 та 2.5 ПУЕ і оплатити витрати на їх розроблення та тиражування.

4. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Коданьова В.Т.) після реєстрації глав 2.4 та 2.5 ПУЕ забезпечити їх видання та розповсюдження на підставі замовлень зацікавлених організацій.

5. Із введенням в дію глав 2.4 та 2.5 ПУЕ вважати такими, що втратили чинність:

- глави 2.4 та 2.5 ПУЗ-86, видання 6-те;
- ВБН В.2.5-34.004.001.001-02 «Улаштування повітряних ліній електропередавання напругою до 1 кВ з самоутримними ізолюваними проводами»;
- ВБН В.2.5-34.20.176-2004 «Улаштування повітряних ліній електропередавання напругою 6-35 кВ з проводами із захисним покриттям»;
- ГКД 34.20.505-2003 «Керівні вказівки з улаштування повітряних ліній електропередавання 10 (6) кВ».

6. Термін введення в дію глав 2.4 та 2.5 ПУЕ - шість місяців після дати видання цього наказу.

7. Департаменту електроенергетики Мінпаливенерго (Улігч Ю.І.), Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Коданьова В.Т.) та Інституту «Укрсіленергопроект» (Лях В.В.) до 28.02.06 розробити програму заходів щодо впровадження глав 2.4 та 2.5 ПУЕ.

8. Державному підприємству УНДПВКПІ «Укрсіленергопроект» (Лях В.В.) забезпечити науково-технічний супровід процесу впровадження глав 2.4 та 2.5 ПУЕ.

9. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра палива та енергетики України Тітенка С.М.

Міністр

І. Плачков

ЗМІНА № 1

Глава 2.4, 2.5 ПУЕ:2006

НАКАЗ

26 грудня 2006 року

№ 541

м. Київ

**Про затвердження та введення в дію
«Зміна № 1 до глав 2.4 і 2.5
ПУЕ:2006»**

З метою забезпечення якісного та ефективного виконання проектних і будівельно-монтажних робіт зі спорудження повітряних ліній електропередавання напругою до 750 кВ

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити і ввести в дію з 15 травня 2007 року «Зміну №1 до глави 2.4 «Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ» і глави 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» ПУЕ:2006 (далі - Зміна № 1), що додається.

ЗМІНА №2

Глава 2.4,2.5 ПУЕ:2006

НАКАЗ

**10
Київ**

жовтня 2008 року

№ 500 м.

Про затвердження та введення в дію «Зміна № 2 до глав 2.4 і 2.5 ПУЕ:2006»

З метою забезпечення якісного та ефективного виконання проектних і будівельно-монтажних робіт зі спорудження повітряних ліній електропередавання напругою до 750 кВ

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити і ввести у дію з 15 грудня 2008 р. «Зміна № 2 до глави 2.4. «Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ» і глави 2.5. «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» ПУЕ:2006 (далі - Зміна № 2), що додається.

ЗМІНА № 3

Глава 2.4, 2.5 ПУЕ:2006

НАКАЗ

5 травня 2009 р.

№ 231

м. Київ

Про затвердження та введення в дію «Зміни № 3 до глави 2.4 «Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ» і глави 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» ПУЕ:2006

З метою забезпечення якісного та ефективного виконання проектних і будівельно-монтажних робіт зі спорудження повітряних ліній електропередавання напругою до 750 кВ, регламентованих вимогами глав 2.4 та 2.5 ПУЕ:2006

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити та ввести в дію через 90 днів з дати підписання цього наказу «Зміну № 3 до глави 2.4 «Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ» і глави 2.5 «Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ» ПУЕ:2006 (далі - Зміна № 3), що додається.

Міністр

Ю. Продан

ЗАТВЕРДЖЕНО Наказ
Міністерства палива та
енергетики України
05.01.2006 р. >6 З

ГЛАВА 2.4 ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ НАПРУГОЮ ДО 1 кВ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ

2.4.1. Ця глава Правил поширюється на повітряні лінії електропередавання змінного струму напругою до 1 кВ з неізолюваними проводами та з самоутримними ізолюваними проводами, а також на відгалуження від цих ліній до введів в будівлі (споруди) із застосуванням самоутримних ізолюваних проводів, які знову будуються та реконструюються.

Правила не поширюються на лінії, спорудження яких визначається особливими правилами та нормами (контактні мережі міського електротранспорту тощо).

Додаткові вимоги до повітряних ліній напругою до 1 кВ подані в главах 1.7, 2.5, 6.3, 7.7.

Кабельні вставки в лінію та кабельні відгалуження від лінії слід влаштовувати згідно з вимогами глави 2.3.

2.4.2. Повітряна лінія електропередавання напругою до 1 кВ - споруда для передавання електричної енергії проводами, розташованими на відкритому повітрі і закріпленими за допомогою ізоляторів і арматури на опорах або кронштейнах на стояках будівель та інженерних спорудах (мостів, шляхопроводів і т. п.). Надалі в тексті повітряна лінія із застосуванням самоутримних ізолюваних проводів позначається ПЛ, а із застосуванням неізолюваних проводів - ПЛ.

Самоутримний ізолюваний провід (СП) - скручені в джгут ізолювані жили, що не вимагають спеціального утримного троса. Механічне навантаження може сприйматися утримною жилою або всіма провідниками джгута. Ізоляція жил СП повинна виготовлятися зі зшитого світлостабілізованого поліетилену, стійкого до впливу зовнішнього середовища; СП має бути стійким до поширення полум'я згідно з ДСТУ 4216.

2.4.3. Магістраль - відрізок повнофазної лінії електропередавання від живильної трансформаторної підстанції до найбільш віддаленої точки. До магістралі можуть приєднуватися лінійні відгалуження та відгалуження до введів.

Лінійне відгалуження - частина лінії електропередавання, яка має два і більше прогони і приєднана одним кінцем до магістралі.

Відгалуження до вводу в будівлю (споруду) - проводи від опори, на якій

здійснено відгалуження, до конструкції вводу на будівлі (споруді).

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.4.4. У розрахунках механічної частини розрізняють такі режими роботи лінії: нормальний режим - режим з необірваними проводами; аварійний режим - режим з обірваними проводами; монтажний режим - режим в умовах монтажу опор і проводів.

Механічний розрахунок елементів лінії електропередавання слід здійснювати за методами, поданими в главі 2.5, як для ПЛ першого класу безвідмовності (ІКБ) відповідно до 2.5.26.

Механічний розрахунок лінії до 1 кВ в аварійному режимі не провадиться.

2.4.5. Повітряні лінії електропередавання слід розташовувати таким чином, щоб їх опори не загороджували входи в будівлі і в'їзди у двори, не утруднювали рух транспорту і пішоходів. У місцях, де існує небезпека наїзду транспорту (в'їзди у двори, біля з'їздів з доріг, у разі перетину доріг тощо) опори рекомендується захищати від наїзду (наприклад, відбійними тумбами).

Допускається прокладання СШ на стінах будинків і споруд з урахуванням вимог пункту 2.4.55 та вимог глави 2.1.

2.4.6. Якщо лінія електропередавання проходить лісовими масивами або зеленими насадженнями, вирубка просік є не обов'язковою; у цьому разі допускається вирубування окремих дерев, які створюють загрозу для проводів лінії.

Відстань від проводів за найбільшої стріли провисання або найбільшого їх відхилення до дерев і кущів для СШ не нормована, а для неізольованих проводів має бути не меншою ніж 1 м з кожного боку ПЛ,

2.4.7. На кожній опорі лінії електропередавання на висоті не менше ніж 1,5 м від землі повинні бути встановлені (нанесені) порядковий номер і рік встановлення опори. Крім того, на першій від підстанції опорі і на опорах, що обмежують перетин з іншими лініями, додатково повинні бути нанесені диспетчерський номер лінії та номер підстанції, від якої ця лінія відходить. На опорах, які встановлюють на відстані менше 4 м від кабельних ліній зв'язку, додатково повинні бути встановлені (нанесені) плакати або застережні знаки, на яких зазначають відстань від опори до лінії зв'язку, ширину охоронної зони і телефони власника лінії зв'язку та лінії електропередавання.

2.4.8. Захист елементів і деталей опор від корозії повинен відповідати вимогам 2.5.19 і 2.5.21 та чинним будівельним нормам і правилам.

2.4.9. Захист ліній від електричного перевантаження необхідно здійснювати згідно з вимогами глави 3.1.

КЛІМАТИЧНІ УМОВИ

2.4.10. Кліматичні умови для розрахунку ліній напругою до 1 кВ у нормальному режимі слід приймати згідно з 2.5.30-2.5.63 як для ПЛ першого класу безвідмовності. Поєднання кліматичних умов приймається відповідно до 2.5.76.

ПРОВОДИ. ЛІНІЙНА АРМАТУРА

2.4.11. Для спорудження повітряних ліній до 1 кВ, як правило, слід застосовувати СШ.

У місцях, де досвідом експлуатації встановлено руйнування неізольованих проводів від корозії (узбережжя морів, солоних озер, промислові райони та райони засолених пісків), а також у місцях, де на підставі даних вишукувань таке руйнування можливе, для спорудження ліній необхідно застосовувати тільки СШ. У цьому разі застосування СШ з неізольованою утримною жилою забороняється.

Магістральні ділянки ПЛІ рекомендується здійснювати трифазними СШ. Кількість додаткових жил СШ визначається проектом.

На відгалуженнях до введів в будівлі (споруди) необхідно застосовувати СШ. Усі жили СШ на відгалуженнях до введів в будівлі повинні бути ізольованими.

2.4.12. Вибір перерізу проводів лінії до 1 кВ здійснюється згідно з вимогами глави 1.3.

Вибраний переріз СШ додатково перевіряється за тривало допустимим струмом навантаження з урахуванням сонячної радіації району будівництва лінії та на термічну стійкість до дії струмів короткого замикання. Допустимий струм навантаження з урахуванням сонячної радіації та допустимий струм короткого замикання приймаються за технічними умовами на виготовлення СШ.

2.4.13. За умови механічної міцності на магістральних ділянках ліній, лінійних відгалуженнях і відгалуженнях до введів в будівлі (споруди) необхідно застосовувати багатодротові проводи з мінімальним перерізом, не меншим за подані в таблицях 2.4.1 і 2.4.2.

2.4.14. Магістраль лінії рекомендується виконувати проводами одного перерізу. У разі обґрунтування допускається виконувати магістраль проводами різного перерізу.

2.4.15. Механічний розрахунок проводів ліній електропередавання здійснюється за методом допустимих механічних напружень для умов, визначених пунктами 2.5.30-2.5.62. Величина механічного напруження в проводах повинна бути не більше наведеної в таблиці 2.4.3, а відстань від проводів до поверхні землі, споруд та заземлених елементів опор повинна відповідати вимогам цієї глави.

Межа міцності проводів у разі розтягування та інші параметри приймаються за технічними умовами на їх виготовлення.

Таблиця 2.4.1. Мінімально допустимий переріз жили СП за умови механічної міцності

Район ожеледі	Переріз жили СП на магістралі ПЛІ або лінійному відгалуженні, мм	Переріз жили СП на відгалуженні до вводу в будівлю (споруду), мм²
1-3	25(25)*	16
4-6	35 (25)*	16
* У дужках подано мінімальний переріз жил СП з чотирма утримними жилами.		

ГЛАВА 2.4 Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ

Таблиця 2.4.2 Мінімально допустимий переріз неізолюваних проводів за умови механічної міцності

Район ожеледі	Матеріал проводу	Переріз проводу на магістралі ПЛ або лінійному відгалуженні, мм ²
1-3	Алюміній (А) або нетермооброблений алюмінієвий сплав АВЕ (АН)	25
	Сталеалюмінієвий (АС) або термооброблений алюмінієвий сплав АВЕ (АЖ)	25
4-6	А, АН	35
	АС, АЖ	25

Таблиця 2.4.3. Допустиме механічне напруження в проводах лінії електронередавання напругою до 1 кВ

Провід	Допустиме механічне напруження, %, межі міцності у разі розтягування	
	за найбільшого зовнішнього навантаження або за нижчої температури повітря	за середньорічної температури повітря
СП з однією утримною жилою перерізом 25-120 мм ²	40	30
СП з усіма утримними жилами перерізом 25-120 мм ²	35	30
Неізолювані проводи:		
- алюмінієві перерізом, мм ² : 25-95 120	35 40	30 30
- із термообробленого і нетермообробленого алюмінієвого сплаву АВЕ перерізом, мм ² : 25-95 120	40 45	30 30
- сталевалюмінієві перерізом, мм ² : 25 35-95	35 40	30 30

2.4.16. Механічні навантаження СП з однією утримною жилою повинна сприймати саме ця жила, а для СП з усіма утримними жилами - всі жили

скрученого джгута.

2.4.17. Довжина прогону відгалуження до вводу в будівлю (споруду) не повинна перевищувати 25 м. Якщо ця відстань становить більше 25 м, на відгалуженні необхідно встановлювати додаткову опору.

СПВ відгалужень від опор до введів у будівлі (споруди) повинні мати анкерне кріплення.

У разі влаштування відгалужень до введів в будівлі (споруди) сам ввід до ввідного пристрою рекомендується виконувати тим же СПВ, що й відгалуження до вводу. У цьому випадку слід також дотримуватися вимог глави 2.1.

2.4.18. Жили СПВ або неізольовані проводи в прогонах необхідно з'єднувати за допомогою з'єднувальних затискачів. В одному прогоні допускається не більше одного з'єднання на кожен неізольований провід і не більше одного з'єднання - системи СПВ. З'єднання, які піддаються натягу, повинні мати механічну міцність не менше ніж 90% розривного зусилля проводу.

Проводи різних марок або перерізу необхідно з'єднувати тільки в петлях анкерних опор. Неізольовані проводи в петлях анкерних опор з'єднуються за допомогою затискачів або зварювання. Місця з'єднання ізольованих жил СПВ повинні мати світлостабілізовану ізоляцію.

2.4.19. Кріплення СПВ на магістральних ділянках ПЛЛ і відгалуженнях від них необхідно здійснювати із застосуванням такої лінійної арматури:

- кріплення утримної жили (утримних жил) на проміжних і кутових проміжних опорах - за допомогою підтримувальних затискачів;
- анкерне (кінцеве) кріплення утримної жили (утримних жил) на опорах анкерного типу, а також кінцеве кріплення утримної жили (утримних жил) відгалуження на опорі і на ввіді у будівлю (споруду) - за допомогою натяжних (анкерних) затискачів.

За допомогою відгалужувальних затискачів, які прокалюють ізоляцію СПВ, здійснюються:

- відгалуження від ізольованих жил магістралі;
- приєднання заземлювальних провідників до ізольованої жили, яка виконує функцію PEN* (PE)-провідника;
- приєднання ліхтарів вуличного освітлення до ліхтарної жили та до ізольованого PEN-провідника і з'єднання корпусів світильників з PEN-провідником;
- приєднання заземлювального провідника опори до ізольованого PEN-провідника.

У разі застосування СПВ з ізольованою утримною жилою підтримуваним та натяжним (анкерні) затискачі повинні мати вкладиші або корпуси з ізоляційного матеріалу, які запобігають руйнуванню ізоляції проводів.

Відгалужувальні затискачі повинні забезпечувати надійний контакт відгалуження (приєднання) без зняття ізоляції з ізольованих жил СПВ.

Затискачі, за допомогою яких здійснюється відгалуження від ізольованих жил або приєднання до них, повинні мати захисні ізолювальні кожухи.

На ПЛЛ рекомендується застосовувати таку фурнітуру:

1) бандажні стрічки, призначені для обтискання скручених в джгут проводів. Вони встановлюються в місцях, де в процесі монтажу можливе розкручування джгута СП з однією утримною жилою, а саме:

- біля анкерних затискачів;
- з обох боків окремих або груп з'єднувальних затискачів;
- з обох боків підтримувального затискача;

2) захисні ковпачки, призначені для ізоляції кінців жил СП; вони повинні захищати вільні від приєднань кінці ізольованих проводів.

2.4.20. Кріплення підтримувальних і натяжних (анкерних) затискачів до опор ПЛ, будівель і споруд необхідно здійснювати за допомогою гаків, кронштейнів або інших конструкцій.

2.4.21. Кріплення неізольованих проводів до ізоляторів і ізолювальних траверс на опорах ПЛ рекомендується виконувати одинарним, за винятком опор, які обмежують прогони перетину. Кріплення неізольованих проводів до штирових ізоляторів на проміжних опорах необхідно, як правило, виконувати до шийки ізолятора з внутрішньої сторони відносно стояка опори.

2.4.22. Гаки, штирі та інші вузли кріплення слід розраховувати для нормального режиму роботи лінії за методом руйнівних навантажень.

РОЗТАШУВАННЯ ПРОВОДІВ НА ОПОРАХ

2.4.23. На опорах допускається будь-яке розташування ізольованих і неізольованих проводів лінії електропередавання незалежно від кліматичних умов. PEN- (PE)-провідник ПЛ з неізольованими проводами необхідно розташовувати нижче фазних проводів.

Неізольовані проводи зовнішнього освітлення на опорах ПЛ повинні розташовуватися, як правило, над PEN- (PE)-провідником, а ізольовані проводи на опорах ПЛ можуть розташовуватися вище або нижче СП, а також бути додатковими жилами в джгуті СП.

2.4.24. Захисні і секціонувальні пристрої, які встановлюються на опорах, слід розташовувати на висоті не нижче 3,0 м, а апарати для приєднання електроприймачів - на висоті 1,6 м від поверхні землі.

2.4.25. Відстань між неізольованими проводами ПЛ на опорі і в прогоні за умовою їх зближення в прогоні за найбільшої стріли провисання до 1,2 м повинна бути не менше 0,6 м. За найбільшої стріли провисання понад 1,2 м цю відстань необхідно збільшувати пропорційно відношенню найбільшої стріли провисання до стріли 1,2 м.

2.4.26. Відстань по вертикалі між проводами різних фаз на опорі в разі відгалуження від ПЛ, а також у разі перетину різних ПЛ напругою до 1 кВ на спільній опорі повинна бути не менше ніж 0,1 м.

Відстань від проводів ПЛ до будь-яких елементів опор повинна бути не менше ніж 0,05 м.

2.4.27. Сумісне підвішування на спільних опорах неізольованих проводів ПЛ напругою до 1 кВ та СП допускається за дотримання таких вимог:

- неізольовані проводи ПЛ повинні бути розташовані вище СП;
- відстань між проводами ПЛ і СП на опорі і в прогоні за температури

повітря плюс 15 °С без вітру повинна бути не менше ніж 0,5 м.

У разі сумісного підвішування на спільних опорах різних кіл ПЛІ відстань між СІП різних кіл на опорі і в прогоні повинна бути не менше ніж 0,3 м.

2.4.28. У разі сумісного підвішування на спільних опорах неізолюваних проводів ПЛ напругою до 10 кВ і проводів ПЛІ або ПЛ напругою до 1 кВ необхідно забезпечувати виконання таких вимог:

- лінію до 1 кВ необхідно влаштовувати за розрахунковими умовами ПЛ напругою до 10 кВ;

- проводи ПЛ напругою до 10 кВ слід розташовувати вище проводів лінії до 1 кВ. Відстань по вертикалі між ближніми проводами ліній різної напруги на спільній опорі, а також у прогоні за температури повітря плюс 15 °С без вітру повинна становити не менше ніж: 1 м - у разі підвішування СІП і 2,0 м - у разі підвішування неізолюваних проводів ПЛ напругою до 1 кВ;

- проводи ПЛ напругою до 10 кВ, які прокладаються на штирових ізоляторах, повинні мати подвійне кріплення.

2.4.29. У разі сумісного підвішування на спільних опорах проводів ПЛЗ напругою 10 кВ і проводів ПЛ або ПЛІ напругою до 1 кВ необхідно забезпечувати виконання таких вимог:

- лінію до 1 кВ необхідно влаштовувати за розрахунковими умовами ПЛЗ напругою до 10 кВ;

- проводи ПЛЗ 10 кВ необхідно розташовувати вище проводів лінії до 1 кВ. Відстань по вертикалі між ближніми проводами ліній різної напруги на спільній опорі, а також у прогоні за температури повітря плюс 15°С без вітру повинна становити не менше ніж: 0,5 м - у разі підвішування СІП і 1,5 м - у разі підвішування неізолюваних проводів ПЛ до 1 кВ;

- кріплення проводів ПЛЗ напругою до 10 кВ на штирових ізоляторах повинно бути посиленним.

ІЗОЛЯЦЯ

2.4.30. Самоутримні ізолювані проводи закріплюються на опорах ПЛІ за допомогою спеціальної арматури без застосування ізоляторів.

2.4.31. На ПЛ з неізолюваними проводами незалежно від матеріалу опор, ступеня забруднення атмосфери та інтенсивності грозової діяльності слід застосовувати ізолятори або траверси з ізолювального матеріалу.

2.4.32. На опорах відгалужень від ПЛ з неізолюваними проводами рекомендується застосовувати багатошийкові ізолятори або здійснювати відгалуження із застосуванням додаткових ізоляторів.

ЗАЗЕМЛЕННЯ. ЗАХИСТ ВІД ПЕРЕНАПРУГ

2.4.33. Металеві опори, установлені на залізобетонні фундаменти, повинні мати металевий зв'язок між металоконструкціями та арматурою фундаменту.

Залізобетонні опори повинні мати металевий зв'язок між установленими металоконструкціями, арматурою стояків, підкосів та відтяжок.

2.4.34. НаПЛ (ПЛІ) до 1 кВ повинні бути влаштовані заземлювальні пристрої, призначені для захисту від грозових перенапруг (2.4.40) і повторного

заземлення PEN- (PE)-провідника (2.4.42).

Відкриті провідні частини електрообладнання, встановленого на опорах ПЛ (комутаційні апарати, шафи і щитки для приєднання електроприймачів тощо) повинні приспінуватися до PEN- (PE)-провідника лінії.

2.4.35. На опорах ПЛІ з неізолюваним PEN-провідником елементи, зазначені в 2.4.33, повинні бути додатково з'єднані з PEN-провідником на кожній опорі.

На опорах ПЛІ з ізолюваним PEN-провідником елементи, зазначені в 2.4.33, з'єднуються з PEN-провідником лише на опорах, які мають заземлювальні пристрої.

У разі сумісного підвішування на спільних металевих або залізобетонних опорах ліній напругою вище 1 кВ і ПЛІ напругою до 1 кВ PEN-провідник ПЛІ незалежно від того, ізолюваний він чи неізолюваний, повинен бути з'єднаний із заземлювальним провідником опори (арматурою опори) на кожній опорі.

2.4.36. Гаки і штирі фазних проводів, встановлені на дерев'яних опорах, повинні бути з'єднані з PEN-провідником лише на опорах, які мають заземлювальні пристрої.

2.4.37. Гаки, штирі та арматура опор лінії напругою до 1 кВ, що обмежують прогони перетину, та опор із сумісною підвіскою проводів необхідно заземлювати. Опір заземлювального пристрою повинен бути не більше 30 Ом.

2.4.38. У разі переходу повітряної лінії в кабельну металеву оболонку кабелю необхідно приєднувати до PEN-провідника. Крім того, у місці переходу ПЛ (ПЛІ) у кабель у кожній фазі повинні бути встановлені вентиляльні розрядники або обмежувачі перенапруги (ОПН).

2.4.39. З'єднання захисних і заземлювальних провідників між собою, приєднання їх до верхнього заземлювального випуску стояка залізобетонної опори, до гаків і кронштейнів, а також металоконструкцій опор та устаткування, встановленого на опорах, необхідно здійснювати за допомогою зварювання або болтового з'єднання.

Приєднання заземлювальних провідників (спусків) до заземлювачів у землі здійснюється шляхом зварювання.

2.4.40. У населеній місцевості з одно- і двоповерховою забудовою ПЛ (ПЛІ), не екрановані високими трубами, деревами тощо, повинні мати заземлювальні пристрої, призначені для захисту від атмосферних перенапруг. Опір кожного з цих заземлювальних пристроїв повинен бути не більшим ніж 30 Ом, а відстань між сусідніми заземлювальними пристроями повинна бути не більшою ніж 100 м.

Крім того, зазначені заземлювальні пристрої повинні бути влаштовані:

- на опорах з відгалуженнями до введів у будинки, в яких можливе перебування великої кількості людей (школи, дитячі садки, лікарні, клуби тощо) або які мають велику господарську цінність (тваринницькі і птахівницькі приміщення, склади, гаражі тощо);

- на кінцевих опорах, які мають відгалуження до введів у будинки. Найбільша відстань від сусіднього заземлення цієї ж лінії за таких умов

повинна бути не більшою за 50 м.

У зазначених місцях рекомендується встановлення грозозахисних пристроїв (обмежувачів перенапруг).

2.4.41. Грозозахисні пристрої, установлені на опорах, повинні приєднуватися до заземлювача найкоротшим шляхом.

2.4.42. Повторні заземлення РЕМ-провідника необхідно влаштовувати згідно з вимогами 1.7.93-1.7.96.

Для повторних заземлень РЕМ-провідника слід використовувати передусім природні заземлювачі (наприклад, підземні частини опор), а також заземлювальні пристрої для захисту від грозових перенапруг. Сумарний опір розтікання всіх повторних заземлювачів РЕМ-провідника (в тому числі, природних) кожної лінії напругою 0,38 кВ джерела трифазного струму незалежно від пори року повинен бути не більше 10 Ом.

Якщо питомий опір землі $\rho > 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, то опір повторних заземлень допускається збільшувати в 0,01 ρ раз, але не більше ніж в 10 разів.

2.4.43. На початку і в кінці кожної магістралі ПЛІ на проводах рекомендується встановлювати затискачі для приєднання переносного заземлення.

2.4.44. Для заземлювальних провідників допускається застосовувати круглу сталь діаметром не менше 6 мм.

ОПОРИ

2.4.45. Для спорудження ліній електропередавання напругою до 1 кВ можуть застосовуватися залізобетонні, дерев'яні, дерев'яні із залізобетонними приставками і металеві опори.

Для спорудження ліній слід застосовувати такі типи опор:

1) проміжні опори, які встановлюються на прямих ділянках траси; ці опори в нормальному режимі роботи не сприймають зусиль, спрямованих уздовж лінії;

2) анкерні опори, які встановлюються для обмеження анкерного прогону, а також у місцях зміни кількості, марок і перерізу проводів. Ці опори повинні сприймати в нормальному режимі роботи зусилля від різниці натягу проводів, спрямованого вздовж лінії;

3) кутові опори, які встановлюються в місцях зміни напрямку траси лінії. Ці опори в нормальному режимі роботи повинні сприймати сумарне навантаження від натягу проводів суміжних прогонів. Кутові опори можуть бути проміжного та анкерного типів;

4) кінцеві опори, які встановлюються на початку і в кінці лінії, а також у місцях кабельних вставок. Ці опори є опорами анкерного типу і повинні сприймати в нормальному режимі роботи односторонній натяг усіх проводів;

5) відгалужувальні опори, на яких здійснюються відгалуження від лінії;

6) перехресні опори, на яких здійснюється перетин ліній двох напрямків.

Відгалужувальні і перехресні опори можуть бути всіх зазначених вище типів.

2.4.46. Конструкція опор повинна забезпечувати можливість установлення:

- ліхтарів вуличного освітлення всіх типів;
- кінцевих кабельних муфт;
- секціонувальних і комутаційних апаратів;
- шаф і щитків для приєднання електроприймачів. Крім того, усі типи опор за конструкцією повинні допускати можливість здійснення одно- і трифазних відгалужень до введів у будівлі (споруди) довжиною до 25 м.

2.4.47. Опори незалежно від їх типу можуть бути вільностоячими, з підкосами або відтяжками.

Відтяжки опор повинні прикріплюватися до анкерів, установлених у землі, або до кам'яних, цегельних, залізобетонних і металевих елементів будівель і споруд. Вони можуть бути одно- чи багатодротовими. Переріз відтяжок визначається розрахунком. Переріз однодротових сталевих відтяжок повинен бути не менше ніж 25 мм².

2.4.48. Опори повинні розраховуватися за методом граничних станів відповідно до чинних державних стандартів і норм для умов нормального режиму роботи лінії і кліматичних умов відповідно до 2.4.10.

Проміжні опори розраховуються на одночасну дію поперечного вітрового навантаження на проводи і конструкцію опори без ожеледі або покриті ожеледдю. Допускається враховувати відхилення опори під дією навантаження.

Кутові опори (проміжні та анкерні) розраховуються на результуюче навантаження від натягу проводів і вітрового навантаження на проводи і конструкцію опори.

Анкерні опори розраховуються на різницю натягу проводів суміжних прогонів і поперечне навантаження від тиску вітру за ожеледі і без ожеледі на проводи і конструкцію опори. За мінімальне значення різниці натягу необхідно приймати 50% найбільшого значення одностороннього натягу всіх проводів.

Кінцеві опори розраховуються на односторонній натяг усіх проводів.

Відгалужувальні опори розраховуються на результуюче навантаження від натягу всіх проводів.

2.4.49. У випадку встановлення опор на затоплених ділянках траси, де можливі розмиви ґрунту або льодохід, опори повинні бути укріплені (підсипання землі, заощення, улаштування банкеток, встановлення льодорізів).

ГАБАРИТИ, ПЕРЕТИНИ І ЗБЛИЖЕННЯ

2.4.50. Відстань по вертикалі від самоутримних проводів ПЛІ за найбільшої стріли провисання до поверхні землі в населеній і ненаселеній місцевості або до проїзної частини вулиці повинна бути не менше ніж 5,0 м. У важкодоступній місцевості ця відстань може бути зменшена до 2,5 м, а в недоступній місцевості (схили гір, скелі) - до 1 м.

У разі перетину непроїзної частини вулиці відгалуженнями до введів в будівлі (споруди) відстань від СП до тротуарів і пішохідних доріжок за найбільшої стріли провисання повинна бути не менше ніж 3,5 м. У випадку

неможливості дотримання зазначеної відстані встановлюється додаткова опора або ввідна конструкція на будівлі (споруді).

Відстань по вертикалі від СШ відгалуження вводу в будівлю (споруду) до поверхні землі перед конструкцією вводу повинна бути не менше ніж 2,75 м.

2.4.51. Відстань по вертикалі від неізолюваних проводів ПЛ до поверхні землі в населеній і ненаселеній місцевостях і до проїзної частини вулиці за найбільшої стріли провисання повинна бути не менше ніж 6,0 м. У важкодоступній місцевості ця відстань може бути зменшена до 3,5 м, а в недоступній місцевості (схили гір, скелі) - до 1 м.

2.4.52. Відстань по горизонталі від самоутримних проводів ПЛ за їх найбільшого відхилення до елементів будівель і споруд повинна бути не менше ніж: 1,0 м - до балконів, терас та вікон і 0,15 м - до глухих стін будівель і споруд.

Допускається проходження ПЛ над дахом (покрівлею) промислових будівель

1 споруд (крім зазначених у главах 4 і 5 ДНАОП 0.00-1.32-01) за умови, якщо відстань від покрівлі до СШ становить не менше ніж 2,5 м.

Відстань у проясненні від СШ до даху будівель малих архітектурних форм (торгівельні павільйони, намети, кіоски, фургони тощо), на даху яких унеможливлене перебування людей, повинна бути не менше ніж 0,5 м.

2.4.53. Відстань по горизонталі від неізолюваних проводів ПЛ за умови їх невідхиленого положення до елементів будівель і споруд має бути не меншою ніж

2 м (охоронна зона).

У разі розташування будівель і споруд в охоронній зоні відстань по горизонталі від проводів ПЛ за їх найбільшого відхилення до елементів цих будівель і споруд має бути не меншою ніж:

- 1,5 м - до балконів, терас і вікон;
- 1,0 м - до глухих стін будівель і споруд.

У разі неможливості дотримання цих умов слід використовувати СШ з виконанням умов 2.4.52.

Проходження ПЛ з неізолюваними проводами над будівлями і спорудами не допускається.

2.4.54. Найменша відстань від проводів лінії електропередавання до поверхні землі, води або до споруд різного призначення в разі проходження над ними визначається за найвищої температури повітря без урахування нагріву проводів електричним струмом.

2.4.55. Прокладання СШ стінами будівель і споруд необхідно здійснювати таким чином, щоб вони були недосяжними для дотику з місць, де можливе часте перебування людей (вікна, балкони, ганок тощо). Від зазначених місць СШ повинен знаходитися на відстані, не меншій за:

- у разі горизонтального прокладання:
 - 0,3 м - над вікном або над вхідними дверима;
 - 0,5 м - під вікном або під балконом;
 - 2,75 м - до землі;
- у разі вертикального прокладання:
 - 0,5 м - до вікна;

- 1,0 м - до балкона, вхідних дверей.

Відстань у проясненні між СШ і стіною будівлі або споруди повинна бути не менше ніж 0,06 м.

Прокладання СШ по стінах вибухо- і пожежонебезпечних будівель і споруд (АЗС, газорозподільних станцій тощо) не допускається.

2.4.56. Відстань по горизонталі від підземних частин опор або заземлювальних пристроїв опор до підземних кабелів, трубопроводів і наземних колонок різного призначення повинна бути не менше від зазначеної в табл. 2.4.4.

Таблиця 2,4.4. Найменша допустима відстань по горизонталі від підземних частин опор або заземлювальних пристроїв опор до підземних кабелів, трубопроводів і надземних колонок

Об'єкт зближення	Відстань, м
Водо-, паро- і теплопроводи, розподільні газопроводи, каналізаційні труби	1
Пожежні гідранти, колодязі, люки каналізації, водорозбірні колонки	2
Бензинові колонки	10
Кабелі (крім кабелів зв'язку, сигналізації і ліній радіотрансляційної мережі, див. також 2.4.77)	1
Те саме, але в разі прокладання їх у ізоляційній трубі	0,5

2.4.57. У разі перетину ліній електропередавання з різними спорудами, а також з вулицями і площами населених пунктів кут перетину не нормується.

2.4.58. Перетин ПЛ з судноплавними річками і каналами не рекомендується.

За необхідності здійснення такого перетину його необхідно влаштувати шляхом застосування ПЛ з неізольованими проводами з дотриманням вимог 2.5.226-2.5.234.

У разі перетину з несудноплавними річками, каналами або іншими водоймищами найменша відстань від проводів лінії електропередавання до поверхні найвищого рівня води повинна бути не менше ніж 2 м, а до рівня льоду - не менше ніж 6 м.

2.4.59. Перетин і зближення ПЛ до 1 кВ з неізольованими проводами із лініями напругою вище 1 кВ, а також сумісне їх підвішування на спільних опорах необхідно здійснювати з дотриманням вимог 2.5.179-2.5.189.

2.4.60. Перетин ліній напругою до 1 кВ між собою рекомендується здійснювати на перехресних опорах.

Допускається також перетин у прогоні. У цьому разі відстань по вертикалі між ближніми проводами ліній, що перетинаються, на опорі і в прогоні повинна бути не менше ніж: між неізолюваними проводами ПЛ - їм; між неізолюваними проводами ПЛ і ПЛІ - 0,5 м; між проводами ПЛІ - 0, 1 м. Ця відстань визначається за температури повітря плюс 15 °С без вітру.

2.4.61. У разі перетину лінії до 1 кВ у прогоні опори, які обмежують прогін перетину, можуть бути проміжного та анкерного типів.

Місце перетину ліній між собою в прогоні необхідно вибрати якомога ближче до опори верхньої лінії. Відстань по горизонталі від опор ПЛІ до проводів ПЛ повинна бути не менше ніж 2 м, а до проводів ПЛІ - не менше 1 м.

2.4.62. У разі паралельного проходження або зближення ліній до 1 кВ з лінією напругою понад 1 кВ горизонтальна відстань між ними повинна бути не менше зазначеної у 2.5.189.

2.4.63. У разі перетину ліній до 1 кВ з лініями напругою понад 1 кВ відстань від проводів лінії понад 1 кВ до проводів лінії до 1 кВ має відповідати вимогам 2.5.180 і 2.5.186.

ПЕРЕТИНИ, ЗБЛИЖЕННЯ, СУМІСНЕ ПІДВІШУВАННЯ ЛІНІЙ ДО 1 кВ З ЛІНІЯМИ ЗВ'ЯЗКУ (ЛЗ), ЛІНІЯМИ РАДІОТРАНСЛЯЦІЙНИХ МЕРЕЖ (ЛРМ), КАБЕЛЬНОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ (КТ)

2.4.64. Кут перетину лінії до 1 кВ з проводами або підвісними кабелями ЛЗ, ЛРМ, КТ по можливості повинен бути близьким до 90 градусів. Для ускладнених умов кут перетину не нормується.

2.4.65. Відстань по вертикалі від проводів лінії до 1 кВ за найбільшої стріли провисання до проводів або підвісних кабелів ЛЗ і ЛРМ у прогоні перетину повинна бути не менше ніж:

- 0,5 м - від СПП ПЛІ;
- 1,25 м - від неізолюваних проводів ПЛ.

2.4.66. Відстань по вертикалі від проводів лінії до 1 кВ до проводів або підвісних кабелів ЛЗ або ЛРМ у разі перетину на спільній опорі повинна бути не менше ніж:

- 0,5 м - між СПП і ЛЗ або ЛРМ;
- 1,5 м - між неізолюваним проводом ПЛ і ЛРМ.

2.4.67. Місце перетину проводів лінії до 1 кВ з проводами або підвісними кабелями ЛЗ і ЛРМ у прогоні повинне знаходитися якомога ближче до опори лінії до 1 кВ, але не менше ніж за 2 м від неї.

2.4.68. Перетин лінії до 1 кВ з ЛЗ і ЛРМ може бути здійснено за одним з таких варіантів:

- 1) проводами лінії до 1 кВ і ізолюваними проводами ЛЗ чи ЛРМ (2.4.69);
- 2) проводами лінії до 1 кВ і підземним або підвісним кабелем ЛЗ чи ЛРМ (2.4.70);
- 3) проводами лінії до 1 кВ і неізолюваними проводами ЛЗ чи ЛРМ (2.4.71);

4) підземною кабельною вставкою в лінію до 1 кВ і неізолюваними або ізолюваними проводами ЛЗ чи ЛРМ (2.4.72).

2.4.69. У разі перетину лінії до 1 кВ з ізолюваними проводами ЛЗ чи ЛРМ необхідно дотримуватися таких вимог:

1) перетин ПЛ з ЛЗ чи ЛРМ можна здійснювати в прогоні і на опорі;

2) перетин неізолюваних проводів ПЛ з проводами ЛЗ, а також з проводами ЛРМ напругою вище ніж 360 В необхідно здійснювати лише в прогоні. Перетин неізолюваних проводів ПЛ з проводами ЛРМ напругою до 360В можна здійснювати як у прогоні, так і на спільній опорі;

3) опори лінії до 1 кВ, які обмежують прогін перетину з ЛЗ чи ЛРМ напругою вище ніж 360 В, повинні бути анкерного типу. У разі перетину абонентських ЛЗ і ЛРМ напругою до 360 В допускаються опори проміжного типу, посилені додатковою приставкою або підкосом;

4) проводи лінії до 1 кВ необхідно розташовувати над проводами ЛЗ і ЛРМ. На опорах лінії до 1 кВ, які обмежують прогін перетину, неізолювані проводи повинні мати подвійне кріплення, СПІ необхідно кріпити анкерними затискачами. Проводи ЛЗ і ЛРМ на опорах, що обмежують прогін перетину, повинні мати подвійне кріплення;

5) з'єднання проводів лінії до 1 кВ або проводів ЛЗ і ЛРМ у прогоні перетину не допускається.

2.4.70. У разі перетину лінії до 1 кВ з підземним або підвісним кабелем ЛЗ чи ЛРМ необхідно дотримуватися таких вимог:

1) відстань від підземної частини металеві або залізобетонної опори і заземлювача дерев'яної опори до підземного кабелю ЛЗ і ЛРМ у населеній місцевості повинна бути, як правило, не менше 3 м. В ускладнених умовах допускається зменшувати цю відстань до 1 м (за умови допустимості впливу на ЛЗ і ЛРМ); підземний кабель ЛЗ чи ЛРМ слід прокладати в сталевій трубі або покривати швелером чи кутовою сталлю на довжину в обидва боки від опори не менше 3 м;

2) у ненаселеній місцевості відстань від підземної частини або заземлювача опори лінії електропередавання до підземного кабелю ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою від вказаної в таблиці 2.4.5;

3) проводи лінії до 1 кВ слід розташовувати, як правило, над підвісним кабелем ЛЗ і ЛРМ (див. 2.4.69, п.4);

4) з'єднання проводів лінії до 1 кВ у прогоні перетину з підвісним кабелем ЛЗ і ЛРМ не допускається. Переріз утримної жили СПІ з однією утримною жилою в джгуті повинен бути не менше 35 мм², а переріз кожної жили СПІ з усіма утримними жилами в джгуті - не менше 25 мм². Неізолювані проводи ПЛ повинні бути багатодрововими перерізом не менше ніж: алюмінієві - 35 мм², сталіалюмінієві - 25 мм²;

5) на опорах ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину, металеву

оболонку підвісного кабелю і трос, на якому підвішується кабель, необхідно заземлювати;

б) відстань по горизонталі від основи кабельної опори ЛЗ і ЛРМ до проекції ближнього проводу лінії до 1 кВ на горизонтальну площину повинна бути не меншою за найбільшу висоту опори прогону перетину.

Таблиця 2.4.5. Найменша відстань від підземної частини та заземлювача опори лінії до підземного кабелю ЛЗ і ЛРМ у ненаселеній місцевості

Еквівалентний питомий опір землі, Ом-м	Найменша відстань, м, від підземного кабелю ЛЗ і ЛРМ до	
	заземлювача або підземної частини залізобетонної і металевої опори	підземної частини дерев'яної опори, яка не має заземлювального пристрою
До 100	10	5
Понад 100 до 500	15	10
Понад 500 до 1000	20	15
Понад 1000	30	25

2.4.71. У разі перетину ПЛІ з неізольованими проводами ЛЗ чи ЛРМ необхідно дотримуватися таких вимог:

1) перетин ПЛІ з ЛЗ і ЛРМ можна здійснювати як у прогоні, так і на спільній опорі;

2) опори ПЛІ, які обмежують прогін перетину з ЛЗ і ЛРМ, повинні бути анкерного типу;

3) утримна жила СПІ з однією утримною жилою в джгуті або джгута з усіма утримними жилами на ділянці перетину повинна мати коефіцієнт запасу міцності на розтяг за розрахункових навантажень не менше ніж 2,5, а проводи ЛЗ і ЛРМ - не менше 2,2;

4) проводи ПЛІ слід розташовувати над проводами ЛЗ чи ЛРМ. На опорах ПЛІ, які обмежують прогін перетину, утримна жила (утримні жили) СПІ необхідно закріплювати в натяжних затискачах;

5) з'єднання утримної жили СПІ з однією утримною жилою та жил СПІ з усіма утримними жилами, а також проводів ЛЗ і ЛРМ у прогоні перетину не допускається.

У разі перетину неізольованих проводів ПЛІ з неізольованими проводами ЛЗ чи ЛРМ необхідно дотримуватися таких вимог:

1) перетин проводів ПЛІ з проводами ЛЗ або проводами ЛРМ напругою вище ніж 360 В необхідно здійснювати лише в прогоні. Перетин проводів ПЛІ з абонентськими і фідерними лініями ЛРМ напругою до 360 В допускається

здійснювати на опорах ПЛ;

2) опори ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерного типу;

3) проводи ЛЗ, як сталеві, так і з кольорового металу, повинні мати коефіцієнт запасу міцності на розтяг за найбільших граничних навантажень не менше ніж 2,2;

4) проводи ПЛ слід розташовувати над проводами ЛЗ і ЛРМ. На опорах, які обмежують прогін перетину, проводи ПЛ повинні мати подвійне кріплення;

5) з'єднання проводів ПЛ, а також проводів ЛЗ і ЛРМ у прогоні перетину не допускається. Проводи ПЛ повинні бути багатодротовими перерізом не менше ніж: алюмінієві - 35 мм², сталюалюмінієві - 25 мм².

2.4.72. У разі перетину підземної кабельної вставки в лінію до 1 кВ з ізолюваними або неізолюваними проводами ЛЗ чи ЛРМ необхідно дотримуватися таких вимог:

1) відстань від підземної кабельної вставки або її заземлювача до опори ЛЗ або ЛРМ повинна бути не менше ніж 1 м, а в разі прокладання кабелю в ізолювальній трубі - не менше ніж 0,5 м;

2) відстань по горизонталі від основи кабельної опори лінії електропередавання до проекції ближнього проводу ЛЗ або ЛРМ на горизонтальну площину повинна бути не менше ніж висота опори прогону перетину.

2.4.73. У разі паралельного проходження і зближення відстань по горизонталі між проводами ПЛ і проводами ЛЗ або ЛРМ повинна бути не менше ніж 1 м.

У разі зближення ПЛ з повітряними ЛЗ і ЛРМ відстань по горизонталі між неізолюваними проводами ПЛ і проводами ЛЗ або ЛРМ повинна бути не менше ніж 2 м. В ускладнених умовах ця відстань може бути зменшена до 1,5 м. В інших випадках відстань між лініями повинна бути не меншою від висоти найвищої опори ПЛ, ЛЗ і ЛРМ.

У разі зближення ПЛ з підземними або підвісними кабелями ЛЗ, ЛРМ необхідно виконувати вимоги 2.4.70 (пункти 1 і 5).

2.4.74. Зближення лінії напругою до 1 кВ з антенними спорудами передавальних і приймальних радіоцентрів, виділеними приймальними пунктами радіофікації і місцевими радіовузлами не нормується.

2.4.75. Проводи від опор ліній до вводів в будівлі (споруди) не повинні перетинатися з проводами відгалужень від ЛЗ та ЛРМ. Їх необхідно розташовувати на одному рівні або вище ЛЗ і ЛРМ.

Відстань по горизонталі між проводами лінії і проводами ЛЗ і ЛРМ, лініями кабельного телебачення і спусками від радіоантен на вводах повинна бути не менше ніж 0,5 м для СП і 1,5 м - для неізолюваних проводів ПЛ.

2.4.76. На опорах ПЛ допускається сумісне підвішування кабелю сільської телефонної мережі (СТМ) в разі забезпечення таких вимог:

1) нейтральна жила СП повинна бути ізолюваною;

2) відстань від СШ до підвісного кабелю СТМ у прогоні і на опорі ПЛІ повинна бути не менше ніж 0,5 м;

3) кожна опора ПЛІ на ділянці сумісного підвішування повинна мати заземлювальний пристрій з опором заземлення не більше ніж 10 Ом;

4) на кожній опорі ПЛІ відрізка спільного підвішування необхідно здійснювати повторне заземлення РЕМ-провідника;

5) утримний канат телефонного кабелю разом з металевим сітчастим покриттям на кожній опорі ПЛІ слід приєднувати до заземлювача опори самостійним провідником (спуском).

2.4.77. Сумісне підвішування на спільних опорах неізолюваних проводів ПЛ і проводів ЛЗ будь-якої напруги не допускається.

Допускається на спільних опорах сумісне підвішування неізолюваних проводів ПЛ та ізолюваних проводів ЛРМ. У цьому разі необхідно дотримуватися таких вимог:

1) номінальна напруга ПЛ повинна бути не вище ніж 380 В;

2) номінальна напруга ЛРМ повинна бути не вище ніж 360 В;

3) відстань від нижніх проводів ЛРМ до поверхні землі повинна відповідати вимогам «Правил строительства и ремонта воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей»;

4) неізолювані проводи ПЛ слід розташовувати над проводами ЛРМ; вертикальна відстань від нижнього проводу ПЛ до верхнього проводу ЛРМ на опорі повинна бути не менше ніж 1,5 м, а в прогоні - не менше ніж 1,25 м. У разі розташування проводів ЛРМ на кронштейнах ця відстань устанавлюється від нижнього проводу ПЛ, розташованого з того ж боку, що і проводи ЛРМ.

2.4.78. На спільних опорах допускається сумісне підвішування СШ ПЛІ та ізолюваних проводів ЛЗ і ЛРМ. У цьому разі необхідно дотримуватися таких вимог:

1) номінальна напруга ПЛІ повинна бути не вище ніж 380 В;

2) номінальна напруга ЛРМ повинна бути не вище ніж 360 В;

3) номінальна напруга ЛЗ, розрахункова механічна напруга в проводах ЛЗ і відстань від нижніх проводів ЛЗ до поверхні землі повинна відповідати вимогам «Правил строительства и ремонта воздушных линий связи и радиотрансляционных сетей»;

4) проводи ПЛІ слід розташовувати над проводами ЛЗ і ЛРМ; відстань по вертикалі від СШ до верхнього проводу ЛЗ і ЛРМ незалежно від їх взаємного розташування має бути на опорі і в прогоні не менше ніж 0,5 м. Проводи ПЛІ і проводи ЛЗ і ЛРМ рекомендується розташовувати з різних боків опори.

2.4.79. Сумісне підвішування на спільних опорах неізолюваних проводів ПЛ і кабелів ЛЗ не допускається.

Сумісне підвішування на спільних опорах неізолюваних проводів ПЛ напругою не більше ніж 380 В і кабелів ЛРМ допускається за дотримання вимог 2.4.77, визначених для ізолюваних проводів ЛРМ.

2.4.80. Сумісне підвішування на спільних опорах проводів лінії

електропередавання напругою не вище ніж 380 В і проводів телемеханіки допускається за дотримання вимог 2.4.77, визначених для ізольованих проводів ЛРМ, і 2.4.78 - для ізольованих проводів ЛЗ і ЛРМ, за умови, якщо кола телемеханіки не використовуються як канали провідного телефонного зв'язку.

2.4.81. На опорах ПЛІ або ПЛІ допускається підвішування волоконно-оптичних кабелів зв'язку (ОК):

- неметалевих самоутримних (ОКСН);
- неметалевих, навитих на фазний провід або джгут СІП (ОКНН).

Відстань від ОКСН до поверхні землі в населеній і ненаселеній місцевостях

повинна бути не менше ніж 5 м. Відстань між проводами лінії електропередавання і ОКСН на опорі і в прогоні повинна бути не менше ніж 0,4 м.

ПЕРЕТИНИ І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛІ (ПЛ) З ІНЖЕНЕРНИМИ СПОРУДАМИ

2.4.82. У разі перетину або паралельного проходження лінії до 1 кВ із залізницями, а також автомобільними дорогами І і ІІ категорії (за класифікацією таблиці 1.1 ДБН В.2.3-4-2000) необхідно виконувати вимоги глави 2.5, визначені для ПЛ (ПЛЗ) напругою до 20 кВ.

Допускається здійснювати перетини за допомогою кабельної вставки в лінію. У цьому разі влаштування кабельної вставки повинно відповідати вимогам глави

2.3.

2.4.83. У разі зближення ПЛ з неізольованими проводами із автомобільними дорогами відстань від проводів ПЛ до дорожніх знаків і їх утримних тросів повинна бути не менше ніж 1 м; утримні троси необхідно заземлювати з опором заземлювального пристрою не більше 10 Ом.

У разі зближення ПЛІ з автомобільними дорогами відстань від СІП до дорожніх знаків і їх утримних тросів повинна бути не менше ніж 0,5 м. Заземлення утримних тросів не вимагається.

2.4.84. У разі перетину і зближення ліній до 1 кВ з контактними проводами і несучими тросами трамвайних та троллейбусних ліній необхідно дотримуватися таких вимог:

1) лінії до 1 кВ, як правило, повинні розташовуватися поза зоною, зайнятою спорудами контактних мереж, включаючи опори. Опори ліній до 1 кВ повинні бути анкерного типу, а неізольовані проводи повинні мати подвійне кріплення;

2) проводи ліній до 1 кВ слід розташовувати над несучими тросами контактних проводів. Проводи ліній повинні бути багатодротовими з перерізом не менше ніж: алюмінієві - 35 мм², сталюалюмінієві - 25 мм², утримна жила СІП - 35 мм², переріз жили СІП з усіма утримними жилами джгута - не менше 25 мм². З'єднання проводів ліній до 1 кВ у прогонах перетину не допускається;

3) відстань по вертикалі від проводів лінії до 1 кВ за найбільшого провисання до головки рейки трамвайної колії повинна бути не менше ніж 8 м, до проїзної частини вулиці в зоні троллейбусної лінії - не менше ніж 10,5 м. В

усіх випадках відстань від проводів лінії до 1 кВ до утримного троса або контактного проводу повинна бути не менше ніж 1,5 м;

4) забороняється перетин ліній до 1 кВ з контактними проводами в місцях розташування поперечок;

5) сумісне підвішування на спільних опорах тролейбусних ліній контактних проводів і проводів ліній напругою 380 В допускається з дотриманням таких вимог:

- опори контактних проводів тролейбусних ліній повинні мати механічну міцність, достатню для підвішування проводів лінії напругою 380 В;

- відстань між проводами лінії напругою 380 В і кронштейном або пристроєм кріплення утримного троса контактних проводів повинна бути не менше ніж 1,5 м.

2.4.85. У разі перетину і зближення ліній до 1 кВ з канатними дорогами та надземними металевими трубопроводами необхідно забезпечувати такі вимоги:

1) лінія до 1 кВ повинна проходити під канатною дорогою; проходження її над канатною дорогою не допускається;

2) канатні дороги повинні мати знизу містки або сітки для огорожі проводів лінії до 1 кВ;

3) у разі проходження лінії до 1 кВ під канатною дорогою або під надземним металевим трубопроводом проводи лінії повинні знаходитися від них на такій відстані:

1 м - за найменшої стріли провисання проводів від містків чи огороджувальних сіток канатної дороги або трубопроводу;

1 м - за найбільшої стріли провисання і найбільшого відхилення проводів до елементів канатної дороги або трубопроводу;

4) у разі перетину з трубопроводом відстань від проводів лінії до елементів трубопроводу за їх найбільшого провисання повинна бути не менше ніж 1 м. Опори лінії, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерного типу. Трубопровід у прогоні перетину необхідно заземлювати з опором заземлення не більше 10 Ом;

5) у разі паралельного проходження з канатною дорогою або надземним металевим трубопроводом горизонтальна відстань від проводів лінії до канатної дороги або трубопроводу повинна бути не менше висоти опори. В ускладнених умовах ця відстань за найбільшого відхилення проводів може бути зменшена до 1 м.

2.4.86. У разі зближення лінії до 1 кВ з вибухо- і пожежонебезпечними установками та аеродромами необхідно керуватися вимогами 2.5.240 і 2.5.253.

2.4.87. Проходження ПЛ з неізольованими проводами через території спортивних споруд, шкіл (загальноосвітніх і інтернатів), технічних училищ, дошкільних дитячих закладів (ясел, садів, комбінатів), дитячих будинків, оздоровчих таборів, інтернатів для людей похилого віку, санаторіїв, будинків відпочинку, пансіонатів не допускається.

Проходження ПЛ через зазначені території (крім спортивних і дитячих ігрових майданчиків) допускається за умови, якщо всі жили СІП мають ізоляцію, а сумарний переріз утримних жил (утримної жили) СІП без урахування ізоляції становить не менше ніж 50 мм².

ЗАТВЕРДЖЕНО Наказ
Міністерства палива та
енергетики України
05.01.2006 р. № 3

ГЛАВА 2.5 ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1 кВ ДО 750 кВ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ

2.5.1. Ця глава Правил поширюється на повітряні лінії електропередавання, які проектується, заново будуються та реконструюються, напругою вище 1 кВ до 750 кВ, з неізольованими проводами (ПЛ), і напругою вище 1 кВ до 35 кВ, з проводами із захисним покриттям - захищеними проводами (ПЛЗ). На ПЛЗ поширюються вимоги до ПЛ відповідної напруги та вимоги, окремо зумовлені для них у цих Правилах.

Ця глава не поширюється на П Л, будівництво яких визначається спеціальними правилами, нормами і постановами (контактні мережі електрифікованих залізниць, трамвая, тролейбуса; ПЛ для електропостачання сигналізації, центрального блокування (СЦБ); ПЛ напругою 6-35 кВ, змонтовані на опорах контактної мережі, тощо).

Кабельні вставки в ПЛ слід виконувати відповідно до вимог 2.5.196 і глави 2.3.

На ПЛ напругою 400 кВ поширюються вимоги Правил, що стосуються ПЛ напругою 500 кВ.

2.5.2. Повітряна лінія електропередавання напругою вище 1 кВ - споруда для передавання електричної енергії проводами під напругою вище 1 кВ, розташованими просто неба і прикріпленими за допомогою ізолювальних конструкцій та арматури до опор або кронштейнів і стояків на інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах тощо).

За початок і кінець ПЛ приймають місце виходу проводу в бік ПЛ з апаратного, натяжного затискача або іншого пристрою кріплення проводу на вихідних (вхідних) конструктивних елементах підстанцій і відгалужувальних опорах. Відгалуження до конденсаторів зв'язку, установлених на підстанціях і опорах ПЛ, не відносяться до лінії.

Волоконно-оптична лінія зв'язку на повітряній лінії електропередавання (ВОЛЗ-ПЛ) - лінія зв'язку, що містить у собі волоконно-оптичний кабель (ОК), який розміщують на ПЛ, та волоконно-оптичні системи передавання. ОК підвішують на опорах ПЛ за допомогою лінійної арматури або навивають його на грозозахисний трос чи фазний провід.

Повітряна лінія із захищеними проводами (ПЛЗ) - ПЛ із проводами, у яких поверх струмопровідної жили накладено екструдовану полімерну захисну ізоляцію, що унеможливує коротке замикання між проводами в разі їх доторкання та зменшує ймовірність замикання на землю.

2.5.3. Прогін - відрізок ПЛ між двома суміжними опорами або конструкціями, які замінюють опори.

Довжина прогону - довжина його горизонтальної проекції.

Габаритний прогін - прогін, довжину якого визначають нормованою вертикальною відстанню від проводів до землі за умови встановлення опор на горизонтальній поверхні.

Вітровий прогін - довжина відрізка ПЛ, з якого тиск вітру на проводи і грозозахисні троси (далі - троси) сприймає опора.

Ваговий прогін - довжина відрізка ПЛ, вагу проводів (тросів) якого сприймає опора.

Стріла провисання проводу - відстань по вертикалі від прямої, яка з'єднує точки кріплення проводу, до проводу в найнижчій точці його провисання.

Габаритна стріла провисання проводу - стріла провисання проводу в габаритному прогоні.

Ізоляційний підвіс - пристрій, який складається з одного або кількох підвісних або стрижневих ізоляторів і лінійної арматури, шарнірно з'єднаних між собою.

Штировий ізолятор - ізолятор, який складається з ізоляційної деталі, що закріплюється на штирі або гаку опори.

Тросове кріплення - пристрій для прикріплення грозозахисних тросів до опори; якщо до складу тросового кріплення входить один або кілька ізоляторів, то воно називається ізолювальним.

Посилене кріплення проводу з захисним покриттям - кріплення проводу на штировому ізоляторі або до ізоляційного підвісу, що не допускає проковзування проводу в разі виникнення різниці натягів у суміжних прогонах у нормальному та аварійному режимах ПЛЗ.

Галоупування проводів (тросів) - сталі періодичні низькочастотні (0,2-2 Гц) коливання проводів (тросів) у прогоні, які утворюють стоячі хвилі (іноді в сполученні з біжучими) з числом напівхвиль від однієї до двадцяти та амплітудою 0,3-5 м.

Вібрація проводів (тросів) - періодичні коливання проводів (тросів) у прогоні з частотою від 3 до 150 Гц, які відбуваються у вертикальній площині під час вітру і утворюють стоячі хвилі з розмахом, що може перевищувати діаметр проводів (тросів).

2.5.4. Режими для розрахунків механічної частини ПЛ:

- нормальний - режим за умови необірваних проводів, тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;

- аварійний - режим за умови обірваних одного чи кількох проводів або тросів, ізоляційних підвісів і тросових кріплень;

- монтажний - режим в умовах монтажу опор, проводів і тросів.

2.5.5. Населена місцевість - сельбищна територія міського і сільського

поселень у межах їхнього перспективного розвитку на десять років, курортні та приміські зони, зелені зони навколо міст та інших населених пунктів, землі селищ міського типу і сільських населених пунктів у межах їх сільбищної території, а також території садово-городніх ділянок.

Сільбищна територія міського поселення - ділянки житлових будинків, громадських установ, будинків і споруд, у тому числі навчальних, проектних, науково-дослідних інститутів без дослідних виробництв, внутрішньо-сільбищна вулично-дорожня і транспортна мережа, а також площі, парки, сади, сквери, бульвари, інші об'єкти зеленого будівництва й місця загального користування.

Сільбищна територія сільського поселення - житлові території, ділянки установ і підприємств обслуговування, парки, сквери, бульвари, вулиці, проїзди, майданчики для стоянки автомашин, водойми.

Ненаселена місцевість - землі, не віднесені до населеної місцевості.

Важкодоступна місцевість - місцевість, не доступна для транспорту і сільськогосподарських машин.

Сільбищна місцевість - території міст, селищ, сільських населених пунктів у межах фактичної забудови.

Насадження - природні та штучні деревостої та чагарники, а також сади і парки.

Висота насаджень - збільшена на 10% середня висота переважної за запасами породи, яка знаходиться у верхньому ярусі насадження, у різновікових насадженнях - середня висота переважного за запасами покоління.

Траса ПЛ у стиснених умовах - відрізки траси ПЛ, які проходять по територіях, насичених надземними та (або) підземними комунікаціями, спорудами, будівлями.

Охоронна зона ПЛ (03) - простір уздовж траси ПЛ, у межах якого для збереження ПЛ і безпеки населення обмежені певні види діяльності, зокрема заборонено розташування житлових, громадських, дачних будинків, АЗС, сховищ паливно-мастильних матеріалів, ринків, стадіонів, територій навчальних і дитячих закладів, спортивних та ігрових майданчиків, зупинок громадського транспорту (2.5.175), а розташування будівель і споруд іншого призначення можливе лише з дозволу суб'єкта господарювання, у віданні якого перебуває ПЛ. Діяльність в охоронній зоні регламентують «Правила охорони електричних мереж». Межі 03 встановлюють на унормованих відстанях від крайніх невідхиленних проводів.

Санітарно-захисна зона ПЛ (С33) - простір уздовж траси ПЛ напругою 330 кВ і вище, за межами якого дія електричного поля будь-якої тривалості є безпечною для людського організму і свійських тварин. Межі С33 установлюють на унормованих відстанях від крайніх невідхиленних проводів ПЛ або на відстанях, де напруженість електричного поля зменшується до 1 м^2 .

2.5.6. Великі переходи - перетини судноплавних ділянок рік, каналів, озер

і водоймищ, на яких встановлюються опори висотою 50 м і більше, а також перетини ущелин, ярів, водних просторів та інших перешкод з прогоном перетину понад 700 м незалежно від висоти опор ПЛ.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.5.7. Усі елементи ПЛ повинні відповідати державним стандартам, будівель* ним нормам і правилам України та цій главі Правил.

Під час проектування, будівництва та реконструкції ПЛ необхідно дотримуватись вимог Правил охорони електричних мереж, чинних пожежних і санітарно- епідеміологічних правил і нормативів.

2.5.8. На ПЛ 110 кВ і вище довжиною більше ніж 100 км для обмеження несиметрії струмів і напруг необхідно виконувати один повний цикл транспозиції. Двоколові ПЛ 110 кВ і вище рекомендується виконувати з протилежним чергуванням фаз кіл (суміжні фази різних кіл повинні бути різнойменними). Схеми транспозиції обох кіл рекомендується виконувати однаковими.

Допускається збільшувати довжину нетранспонованої ПЛ, виконувати неповні цикли транспозиції, різні довжини відрізків ПЛ у циклі і збільшувати кількість циклів, якщо внесена при цьому розрахункова несиметрія не перевищуватиме 0,5% за напругою і 2% за струмом зворотної послідовності.

Крок транспозиції за умовою впливу на лінії зв'язку не нормується.

Для ПЛ з горизонтальним розташуванням фаз рекомендується спрощена схема транспозиції (у місці транспозиції по черзі міняються місцями тільки дві суміжні фази). На цих же ПЛ у разі захисту їх двома тросами, які використовуються для високочастотного зв'язку, для зменшення втрат від струмів у тросах у нормальному режимі рекомендується виконувати схрещення (транспозицію) тросів. Кількість схрещень слід вибирати за умов самопогасання дуги супровідного струму промислової частоти в разі грозових перекриттів іскрових проміжків (Ш) на ізоляторах, якими кріпляться троси до опор. Схема схрещування повинна бути симетричною відносно кожного кроку транспозиції фаз і точок заземлення тросів, при цьому довжини крайніх відрізків рекомендується приймати такими, що дорівнюють половині довжини решти відрізків.

2.5.9. До ПЛ повинен бути забезпечений у будь-яку пору року під'їзд на якомога ближчу відстань, але не далі ніж на 0,5 км від траси ПЛ. Для проїзду вздовж траси ПЛ і для під'їзду до неї повинна бути розчищена від насаджень, пнів, каміння тощо і розрівняна смуга землі шириною, не меншою ніж 2,5 м. Винятки допускаються на відрізках ПЛ, які проходять:

- багнистими болотами і сильно пересіченою місцевістю, де проїзд неможливий. У цих випадках необхідно прокладати пішохідні стежки з містками шириною

0, 8-1,0 м, обладнаними поручнями, або насипні ґрунтові доріжки шириною, не меншою ніж 0,8 м;

- територіями, зайнятими садовими і цінними сільськогосподарськими культурами, а також насадженнями захисних смуг уздовж залізниць, автомобільних доріг і заборонних смуг на берегах рік, озер, водоймищ, каналів та інших водних об'єктів.

2.5.10. На відрізках ПЛ у гірських умовах за необхідності слід передбачати

очищення схилів від небезпечного для ПЛ нависаючого каміння.

2.5.11. Траси ПЛ слід розташовувати поза зоною поширення зсувних процесів. За неможливості обходу цих зон слід передбачати інженерний захист ПЛ від зсувів згідно з будівельними нормами та правилами щодо захисту територій, будівель і споруд від небезпечних геологічних процесів.

2.5.12. У разі проходження ПЛ по просадних ґрунтах опори, як правило, слід установлювати на майданчиках з мінімальною площею водозбору з виконанням комплексу протипросадних заходів. Порушення рослинного і ґрунтового покриву повинне бути мінімальним.

2.5.13. У разі проходження ПЛ по напівзакріплених і незакріплених пісках необхідно виконувати піскозакріплювальні заходи. Порушення рослинного покриву повинне бути мінімальним.

2.5.14. Опори ПЛ рекомендується встановлювати на безпечній відстані від русла ріки з інтенсивним розмиванням берегів, з урахуванням прогнозованих переміщень русла і затоплюваності заплави, а також поза місцями, де можуть бути потоки дощових та інших вод, льодоходи тощо. За обґрунтованої неможливості встановлення опор ПЛ у безпечних місцях необхідно взяти заходів щодо захисту опор від пошкоджень (зміцнення берегів, укосів, схилів, влаштування спеціальних фундаментів, во довід ведення, струмененапрямних дамб, льодорізів та інших споруд).

Установлювати опори в зоні проходження прогнозованих грязекам'яних селевих потоків не допускається.

2.5.15. Застосовувати опори з відтяжками на відрізках ПЛ до 330 кВ включно, які проходять по оброблюваних землях, не допускається. На цих же відрізках, а також у населеній місцевості і в місцях зі стисненими умовами на підходах до електростанцій і підстанцій рекомендується застосовувати двоколові та багатоколові вільностоячі опори.

2.5.16. У разі проходження ПЛ з дерев'яними опорами по лісах, сухих болотах та інших місцях, де можливі низові пожежі, слід передбачати такі заходи:

- влаштування канами глибиною 0,4 і шириною 0,6 м на відстані 2 м навколо кожного стояка опори;
- знищення трави і чагарнику та очищення від них площадки радіусом 2 м навколо кожної опори;
- застосування залізобетонних приставок; при цьому відстань від землі до нижнього торця стояка повинна бути не меншою ніж 1 м.

Установлювати дерев'яні опори ПЛ 100 кВ і вище в місцевостях, де можливі низові або торф'яні пожежі, не рекомендується.

2.5.17. У районах розселення великих птахів для захисту ізоляції від забруднення ними, незалежно від ступеня забруднення навколишнього середовища, а також для запобігання загибелі птахів необхідно:

- не використовувати опори ПЛ зі штировими ізоляторами; на траверсах опор ПЛ 35-220 кВ, у тому числі в місцях кріплення підтримувальних ізоляційних підвісів, а також на тросостояках для унеможливлення посадки або гніздування птахів передбачати встановлення протипташиних загороджень;

- закривати верхні отвори пустотілих стояків залізобетонних опор

наголовниками.

2.5.18. На опорах ПЛ на висоті не нижче ніж 1,5 м від землі слід наносити такі постійні знаки:

- порядкове число опори - на всіх опорах;
- порядкове число ПЛ або умовне позначення - на кінцевих опорах, перших опорах відгалужень від лінії, на опорах у місцях перетину ліній однієї напруги, на опорах, які обмежують прогін перетину із залізницями та автомобільними дорогами 1-У категорій, а також на всіх опорах відрізків ПЛ, які прямують паралельно, якщо відстань між їх осями менша за 200 м. На двоколових і багатоколових опорах ПЛ, крім того, слід позначати відповідне коло;

- попереджувальні плакати або застережні знаки - на всіх опорах ПЛ у населеній місцевості;

- плакати із зазначенням відстані від опори ПЛ до кабельної лінії зв'язку - на опорах, установлених на відстані, меншій ніж половина висоти опори до кабелів зв'язку;

- кольорове фарбування фаз - на ПЛ 35 кВ і вище на кінцевих опорах, опорах, суміжних з транспозиційними, і на перших опорах відгалужень від ПЛ.

Допускається розміщувати на одному знаку всю інформацію, яка вимагається в цьому пункті.

Плакати і знаки наносять на опори по чергово з правого і лівого боків. На переходах через дороги плакати повинні бути повернені в бік дороги.

Денне маркування і світлоогорожу опор висотою понад 100 м слід виконувати згідно з 2.5.254.

На ПЛ 110 кВ і вище, обслуговування яких має здійснюватися з використанням вертольотів, у верхній частині кожної п'ятої опори встановлюють номерні знаки, видимі з вертольота. При цьому для ПЛ 500-750 кВ знаки мають бути емальованими, розміром 400 мм х 500 мм.

Лінійні роз'єднувачі, перемикальні пункти, високочастотні загороджувачі, установлені на ПЛ, повинні мати відповідні порядкові номери і диспетчерські найменування.

2.5.19. Металеві опори і підніжники, металеві деталі залізобетонних і дерев'яних опор, бетонні і залізобетонні конструкції, а також елементи дерев'яних опор мають бути захищені від корозії з урахуванням вимог будівельних норм і правил щодо захисту будівельних конструкцій від корозії. У необхідних випадках слід передбачати захист від електрокорозії.

Металеві опори, а також металеві елементи і деталі залізобетонних і дерев'яних опор потрібно захищати від корозії, як правило, шляхом гарячого оцинкування.

2.5.20. Металеві линви грозозахисних тросів, відтяжок та елементів опор повинні мати корозостійке виконання з урахуванням виду і ступеня агресивності середовища в умовах експлуатації.

На грозозахисному тросі і відтяжках у процесі спорудження ПЛ має бути виконане захисне змащування.

2.5.21. У районах з агресивним впливом навколишнього середовища, у районах із солончаками, засоленими пісками, у прибережних зонах морів і

солоних озер площею понад 10000 м², а також у місцях, де в процесі експлуатації може статися корозійне руйнування металу ізоляторів, лінійної арматури, проводів і тросів, заземлювачів, слід передбачати:

- ізолятори і лінійну арматуру в тропічному виконанні, за необхідності - з додатковими захисними заходами;
- корозійностійкі проводи (див. також 2.5.89), троси та тросові елементи опор (див. також 2.5.20);

- збільшення перерізу елементів заземлювальних пристроїв, використання заземлювачів з корозійностійким покриттям.

2.5.22. Для ПЛ, які проходять у районах з характеристичним значенням ожеледного навантаження понад 20 Н/м (5 і 6-й райони за ожеледдю), частим утворенням ожеледі або паморозі в поєднанні із сильними вітрами, а також у районах з частим і інтенсивним галоупанням проводів, рекомендується передбачати плавлення ожеледі на проводах і тросах.

У разі забезпечення плавлення ожеледі без перерви електропостачання споживачів характеристичне значення ожеледного навантаження можна знизити* вати на 10 Н/м, але воно має бути не меншим за 15 Н/м.

На ПЛ з плавленням ожеледі необхідно організувати спостереження за ожеледдю, перевагу слід надавати застосуванню автоматизованих метеопостів.

Вимоги даного параграфу не поширюються на ПЛЗ.

2.5.23. Напруженість електричного поля, створюваного ПЛ напругою 330 кВ і вище за максимальних робочих параметрів (напруги та струму) і абсолютної максимальної температури повітря (2.5.60) для населеної місцевості, не повинна перевищувати гранично припустимих значень, установлених чинними санітарно- епідеміологічними правилами та нормативами.

Для ненаселеної і важкодоступної місцевостей температура повітря за гра* нично припустимої напруженості електричного поля приймається такою, що дорівнює (0,8 - 12) °С, де $t_{гдх}$ - максимальна температура повітря за 2.5.60.

2.5.24. Після закінчення спорудження або реконструкції ПЛ необхідно здійснити заходи, передбачені вимогами природоохоронного законодавства:

- землевання земель, які відводяться в постійне користування;
- рекультивацию земель, які відводяться в тимчасове користування;
- природоохоронні, спрямовані на мінімальне порушення природних форм рельєфу і збереження зелених насаджень і природного стану ґрунту;
- протиерозійні.

ВИМОГИ ДО МЕХАНІЧНОЇ МІЦНОСТІ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

2.5.25. Розрахунок будівельних конструкцій ПЛ (опор, фундаментів і основ) виконують методом граничних станів відповідно до чинних державних стандартів і будівельних норм. При цьому враховуються розрахункові значення постійних навантажень з коефіцієнтом надійності за табл. 2.5.13, пункти 1-4 (див. 2.5.64) і розрахункові значення змінних навантажень із середніми періодами повторюваності за табл. 2.5.1, пункти 1, 2.

Механічний розрахунок проводів і тросів ПЛ виконують методом допустимих напружень, а розрахунок ізоляторів та арматури - методом руйнівних навантажень. При цьому враховуються розрахункові значення постійних навантажень з коефіцієнтом надійності $\gamma_{да} = 1$ і розрахункові значення змінних навантажень із середніми періодами повторюваності, поданими в табл. 2.5.1, пункт 3.

Застосування інших методів розрахунку в кожному окремому випадку

повинне бути обґрунтоване в проекті.

Таблиця 2.5.1. Середні періоди повторюваності

№ з/п	Розрахунки	Середні періоди для років, ів	Періоди повторюваності T, безвідмовності за		
			1КБ	2КБ	3КБ
1	Розрахунки несучої здатності опор і фундаментів (перша група граничних станів)	30	50	150	500
2	Розрахунки переміщень опор і фундаментів та тріщиностійкості залізобетонних конструкцій	5	10	15	25
3	Розрахунки проводів, тросів, ізоляторів, арматури (допустимі напруження та руйнівні навантаження)	5	10	15	25

2.5.26. Під час проектування ПЛ враховують постійні і змінні (тривалі, короточасні, аварійні) навантаження і впливи.

До постійних навантажень відносяться навантаження, які створюються вагою будівельних конструкцій, проводів, тросів та устаткування ПЛ; натягом проводів і тросів за середньорічної температури повітря і відсутності вітру та ожеледі; вагою і тиском ґрунтів; тиском води на фундаменти в руслах рік, а також попереднім напруженням конструкцій.

До змінних навантажень відносяться навантаження, які створюються тиском вітру на опори, проводи і троси; вагою ожеледі на проводах і тросах; додатковим натягом проводів і тросів понад їх значення за середньорічної температури від кліматичних навантажень і впливів; тиском води на опори і фундаменти в заплавах рік; тиском льоду; навантаженнями, які виникають під час виготовлення і перевезення конструкцій, а також під час монтажу конструкцій, проводів і тросів.

До аварійних навантажень відносяться навантаження, які виникають від обриву проводів і тросів, і сейсмічні навантаження.

Навантаження слід визначати за критерієм забезпеченості безвідмовної роботи механічної частини ПЛ під дією зовнішніх чинників за розрахунковий період експлуатації лінії. Параметри, які характеризують класи безвідмовності, подано в табл. 2.5.2.

Таблиця 2.5.2. Характеристики класів безвідмовності

№ з/п	Назва характеристики	Характеристики для класів безвідмовності			
		1КБ	2КБ	3КБ	4КБ
1	Напруга лінії, кВ	Доі	1-35	110-330	500-750
2	Розрахункові періоди експлуатації, років	30	50	50	50
3	Коефіцієнт надійності за відповідальністю y_a для розрахунку будівельних конструкцій	0,95	1	1	1,05

Середню повторюваність розрахункових навантажень, що залежить від класу безвідмовності, слід визначати за таблицею 2.5.1.

2.5.27. Основою для визначення навантажень ліній у класах безвідмовності 1 КБ-4КБ є їх характеристичні значення. Характеристичні значення постійних і тривалих навантажень приймають такими, що дорівнюють їх середнім значенням. Характеристичні значення кліматичних навантажень обчислено за середнього періоду повторюваності $T = 50$ років. Значення аварійних навантажень від обриву проводів і тросів обчислюють згідно з цими Правилами (2.5.66-2.5.70), інших аварійних навантажень - згідно з чинними нормами проектування.

Характеристичні значення навантажень від ожеледі, вітрового тиску під час ожеледі та без неї, а також характеристичні значення температури повітря встановлюються цими Правилами. Значення навантажень, не встановлених цими Правилами, обчислюють згідно з чинними нормами навантажень і впливів на будівельні конструкції.

2.5.28. Розрахункові значення навантажень обчислюють шляхом множення характеристичних значень на коефіцієнт надійності за навантаженням $u_{Г}$.

Коефіцієнти надійності $u_{Гm}$ для постійних навантажень визначають залежно від виду навантаження та розрахункової ситуації за табл. 2.5.13. Коефіцієнти надійності $u_{Гm}$ для змінних короткочасних навантажень визначають залежно від розрахункової ситуації, виду навантаження та середнього періоду повторюваності розрахункового значення, поданого в табл. 2.5.1. Коефіцієнти надійності $u_{Гж}$ для аварійних навантажень від обриву проводів і тросів встановлюють згідно з цими Правилами (2.5.68-2.5.72).

2.5.29. Розрахункові навантаження, визначені за 2.5.28, для ліній класу безвідмовності 4КБ належить визначати на підставі матеріалів багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій і постів згідно з додатком А. Для ліній класу безвідмовності 3КБ ця вимога є рекомендованою.

КЛІМАТИЧНІ УМОВИ

2.5.30. Кліматичні навантаження і впливи (а також районування території за галопуванням проводів) для розрахунку і вибору конструкцій ПЛ приймають на підставі карт територіального районування України, розміщених у цих Правилах. Допускається уточнювати значення кліматичних навантажень і впливів за картами кліматичного районування та матеріалами багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій і постів спостереження гідрометеослужби та власників електромереж за швидкістю вітру, інтенсивністю і густиною ожеледно-паморозних відкладень, температурою повітря, грозовою діяльністю і частотою прояву умов, які можуть призвести до галопування проводів у зоні траси ПЛ.

Під час оброблення результатів метеорологічних спостережень слід урахувувати вплив мікрокліматичних чинників, зумовлених особливостями природних умов (пересічений рельєф місцевості, висота над рівнем моря, наявність великих водоймищ, ступінь заліснення тощо) і існуючих будівель та інженерних споруд, що проектуються (греблі і водоскиди, ставки-

охолоджувачі, смуги суцільної забудови тощо).

2.5.31. Для гірських місцевостей з висотою над рівнем моря понад 400 м характеристичні значення кліматичних навантажень визначають згідно з додатком Б.

ОЖЕЛЕДНІ НАВАНТАЖЕННЯ

2.5.32. Розрахункові значення ожеледних навантажень на елементи повітряних ліній обчислюють згідно з формулою (2.5.1) для лінійно протяжних елементів і згідно з формулою (2.5.3) - для площинних елементів ПЛ.

Під час визначення кліматичних умов слід враховувати вплив на інтенсивність ожеледоутворення і швидкість вітру особливостей мікрорельєфу місцевості (невеликі пагорби та улоговини, високі насипи, яри, балки тощо), а в гірських районах - особливостей мікро- і мезорельєфу місцевості (гребені, схили, платоподібні ділянки, низини долин, міжгірські долини тощо).

Для відрізків ПЛ, які проходять у важкодоступній місцевості, по греблях гідроелектростанцій і поблизу ставків-охолоджувачів, за відсутності даних спостережень характеристичне значення навантаження від ожеледі за 2.5.35 слід збільшувати на 2 Н/м для 1-3-го районів і на 5 Н/м для 4-6-го районів.

2.5.33. Розрахункове значення навантаження від ожеледі на лінійні елементи $O_{\text{трос}}$ Н/м, (проводи, троси і елементи опор круглої форми з діаметром до 70 мм включно) обчислюють за формулою:

де κ_j - коефіцієнт, який враховує зміну навантаження ожеледі за висотою A , м, і приймається згідно з табл. 2.5.3;

- коефіцієнт, який враховує зміну навантаження ожеледі від діаметра елементів кругового перерізу δ і визначається згідно з табл. 2.5.4 залежно від значення $\xi_{\text{гр}}$;

$\ddot{e}_{\text{шр}}$ " розрахункове значення ожеледного навантаження, Н/м, обчислюється за формулою:

$$= \quad (2.5.2)$$

деу^{\wedge} - коефіцієнт надійності за 2.5.34;

- характеристичне значення навантаження від ожеледі, Н/м, на лінійних елементах за 2.5.35.

Таблиця 2.5.3. Коефіцієнт B_I залежно від висоти κ

Висота A , м	5	10	20	30	50	70	100
κ_i	0,7	1	1,3	1,7	2,2	2,7	3,3
Примітка. Проміжні значення обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції.							

Таблиця 2.5.4. Значення коефіцієнта k_1 залежно від розрахункового значення ожеледного навантаження g_{mp} , Н/м

Діаметр, ϕ мм	Значення коефіцієнта k_1 , залежно від розрахункового ожеледного навантаження g_{m1} , Н/м			
	До 10	10-19	20-30	Более 30
5	0,8	0,85	0,9	0,95
10	1	1	1	1
15	1,15	1,1	1,05	1,05
30	1,4	1,25	1,15	1,1
70	2,0	1,7	1,5	1,4

Примітка. Проміжні значення обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції по діаметру проводу (I).

Розрахункові навантаження \check{e}_{up} заданими метеостанцій визначають за додатком А при $u_{IC} = 1$.

Вагу ожеледі на підвішених горизонтально елементах кругового перерізу (тросах, проводах, лінвах) допускається визначати на висоті розташування їх приведенного центра ваги (див. 2.5.48).

2.5.34. Коефіцієнт надійності за вагою ожеледі u_{10} визначають залежно від заданого середнього періоду повторюваності T (табл. 2.5.5).

Таблиця 2.5.5. Коефіцієнт u_{20} залежно від заданого середнього періоду повторюваності T

Період повторюваності T , років	5	10	15	25	30	50	150	500
Коефіцієнт u_{10}	0,4	0,6	0,7	0,85	0,85	1,00	1,25	1,53

2.5.35. Характеристичні значення максимального навантаження від ожеледі \check{e}_p , Н/м, на лінійних елементах ПЛ і стінки ожеледі B мм, на площинних елементах ПЛ для рівнинної місцевості на висоті 10 м над поверхнею землі, на проводі діаметром 10 мм визначають за картою територіального районування (рис. 2.5.1). При визначенні розрахункових навантажень за даними метеостанцій стінку ожеледі B обчислюють залежно від g_p за табл. Б. 1 додатка Б при $u_{IC} = 1^*$

2.5.36. Ожеледне навантаження на опори слід враховувати для металевих опор висотою понад 50 м, а також для опор, розташованих у 5 і 6-му районах за ожеледдю та в гірській місцевості, якщо характеристичне значення максимального навантаження від ожеледі g_{p2ip} (див. додаток Б) перевищує 30 Н/м, виготовлених з фасонного прокату, у тому числі й на відтяжках. Для залізобетонних і дерев'яних опор, а також для металевих опор з елементами, виготовленими з труб, ожеледні відкладення не враховують.

2.5.37. Для ліній усіх класів безвідмовності розрахункове значення навантаження від ожеледі на площинних елементах конструкцій H (елементи опор з габаритом поперечного перерізу понад 70 мм) необхідно приймати, виходячи з товщини стінки ожеледі на проводі за формулою:

(2.5.3)

де B - характерна стична товщина стішки ожеледі, мм, на площинних елементах за 2.5.35.

B_2 - коефіцієнт, який враховує аміну стінки ожеледі за висотою A і приймається за табл. 2.8.6;

p_e - коефіцієнт, який враховує відношення площі поверхні елемента, що імаєала зледівішія, до повттоТ площі поверхні елемента. За відсутності даних p_e стережевь допускається приймати $p_e \leq 0.6$;

ρ - густина льоду, яка приймається 0.9 г/см^3 ;

I - прискореная вільного падіння, м/с^2 ;

A_e - олоща загальної поверхні елемента, м^2 ;

U_k - коефіцієнт надійності за 2.5.34.

Таблиця 2-8. Коефіцієнт залежно від висоти A

Висота B, a	10	20	30	50	70	100
a, a	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0

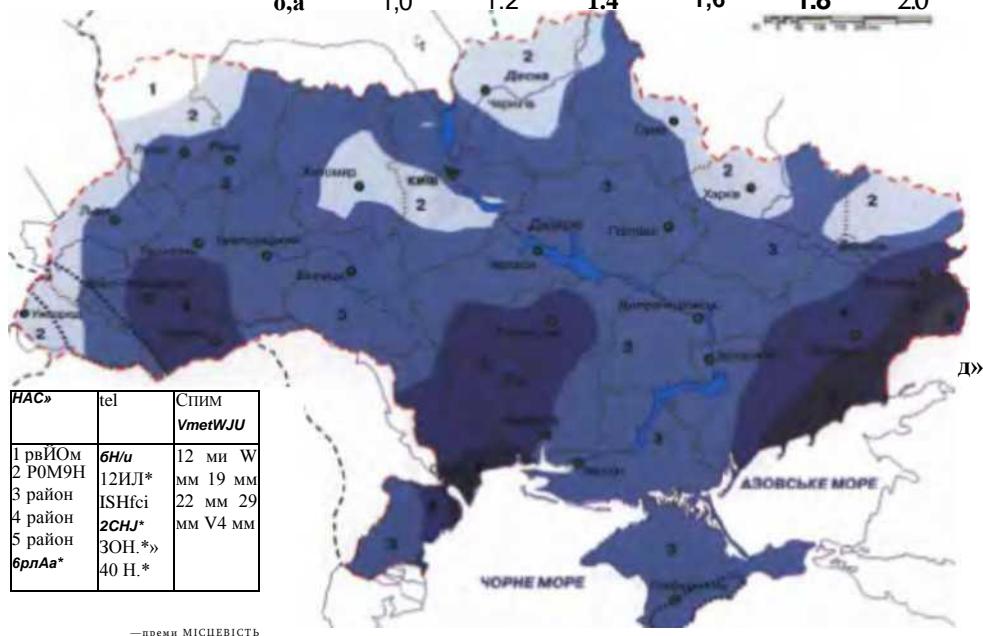


Рис. 2Л.1. Карта районування територій України за характеристичними значеннями ожеледі

ВІТРОВІ НАВАНТАЖЕННЯ

2.5.38. Під час проектування ПЛ враховують вітрові навантаження трьох видів:

- навантаження від максимального тиску вітру без ожеледі на всі елементи ПЛ визначають за 2.5.39 та 2.5.49;

- навантаження від тиску вітру під час ожеледі на крупногабаритні (з габаритом поперечного перерізу понад 70 мм) елементи ПЛ обчислюють за 2.5.51 і враховують разом з вагою ожеледі за формулою (2.5.3);

- навантаження від тиску вітру під час ожеледі на проводи, троси та елементи опор кругового поперечного перерізу діаметром до 70 мм, укриті ожеледдю, яке визначають за 2.5.54 у вигляді лінійного навантаження і враховують разом з вагою ожеледі за формулою (2.5.1).

2.5.39. Розрахункове значення максимального тиску вітру $1Y_{m9}$ Па, на площинні елементи ПЛ обчислюють за формулою:

$$W_m = W_{om} C_k C_c, \quad (2.5.4)$$

де C_k - коефіцієнт, який залежить від форми і конструктивних особливостей ПЛ і обчислюється відповідно до формули (2.5.6) та вимог будівельних норм і правил;

C_e - коефіцієнт впливу на вітрове навантаження місця розташування елемента ПЛ, який обчислюють відповідно до формули (2.5.7);

$$W_{om} = \gamma_{fmax} W_0, \quad (2.5.5)$$

де γ_{fmax} - коефіцієнт надійності за максимальним тиском вітру за 2.5.40;
 W_0 - характеристичне значення максимального тиску вітру за 2.5.41, Па.

2.5.40. Коефіцієнт надійності за максимальним тиском вітру γ_{fmax} визначають залежно від заданого середнього періоду повторюваності T (табл. 2.5.7).

2.5.41. Характеристичне значення максимального тиску вітру Па, для рівнинної місцевості на висоті 10 м над поверхнею землі визначають за картою територіального районування (рис. 2.5.2).

2.5.42. Коефіцієнт C_k визначають за формулою:

$$C_k = C_{aer} C_d, \quad (2.5.6)$$

де C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт, який під час розрахунків елементів ПЛ (опор, ізоляторів тощо) визначають згідно з чинними нормами навантаження на будівельні конструкції;

C_d - коефіцієнт динамічності.

За допомогою коефіцієнта динамічності C_d враховують вплив пульсаційного складника вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на елементи ПЛ.

Таблиця 25.7. Коефіцієнт надійності за максимальним тиском $U_{пл}$, залежно від заданого середнього періоду повторюваності T

Період повторюваності T , років	5	10	15	25	80	50	150	500
Коефіцієнт	0,6	0,7	0,8	0,87	0,90	11,00	1,25	1,45



1 район - «осі»
 2 район - «50 Т»
 3 район - 500 Па
 4 район - 550 Па
 5 район - 600 Па

Рис.2J5.2s Карта районування території України за характеристичним значенням вітровою тиску

Для опор III висотою до 50 м для визначення пульсаційного складника допускається застосовувати такі значення коефіцієнта C_s :

- для вільностоячих одностоякових металевих опор $C_s = 1,5$;
- для вільностоячих порталних металевих опор $C_s = 1,6$;
- для вільностоячих порталних і одностоякових металевих опор (порталних і одностоякових) нецентрифугованих стояках $C_s = 1,5$;
- для вільностоячих одностоякових залізобетонних віброваних опор ПЛС, - 1,8;
- для металевих і залізобетонних опор з відтяжками у разі шарнірного кріплення до фундаментів — 1,6.

У розрахунках динамічних опору динамічний коефіцієнт не враховують.

Для опор з висотою понад 50 м коефіцієнт динамічності C_d обчислюють за допомогою спеціального динамічного розрахунку»

2.5.43. Коефіцієнт C_c обчислюють за формулою:

$$C_c = C_{nl} \cdot C_{Lk} \cdot C_A \quad (2.6.7)$$

де C_c - коефіцієнт збільшення вітрового тиску залежно від висоти, який визначають відповідно до 2.5.44;

C_{nl} - коефіцієнт рельєфу, який визначають відповідно до 2.5.46;

C_{Lk} - коефіцієнт напрямку, який визначають відповідно до 2.5.47.

2.5.44. За допомогою коефіцієнта C_A враховують зміну вітрового навантаження залежно від висоти A розташування елемента ПЛ над поверхнею землі в місцевостях різного типу (2.5.45 і 2.5.48). C_A визначають за табл. 2.5.7а.

2.5.45. Тип місцевості визначають з урахуванням розрахункового напрямку вітру:

I - відкриті поверхні на узбережжі морів, озер, які піддаються дії вітру на ділянці довжиною не менше ніж 3 км, і плоскі рівнини без перешкод;

II - сільська місцевість з огорожами (парканами), невеликими спорудами, будівлями і деревами;

III - приміські і промислові зони і протяжні лісові масиви;

IV - міські площі, на яких не менше ніж 15% поверхні зайнято будівлями з середньою висотою, яка перевищує 15 м.

Таблиця 2.5.7а. Коефіцієнт C_k висотного розподілу вітрового навантаження

A, м	C_k місцевості типу:			
	I	II	III	IV
до 5	0,9	0,7	0,4	0,2
10	1,2	1,0	0,6	0,4
20	1,35	1,15	0,85	0,65
40	1,6	1,45	1,15	1,0
60	1,75	1,65	1,35	1,1

Примітка. Проміжні значення C_k обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції

ПЛ вважається розташованою на місцевості даного типу, якщо ця місцевість зберігається з навітряної сторони ПЛ на відстані 30 A за повної висоти опори, $A < 60$ м або 2 км - за більшої висоти опори. Якщо ПЛ розташована на межах місцевостей різних типів або є сумніви щодо вибору типу місцевості, то необхідно приймати той тип місцевості, в якому вітрові навантаження будуть більшими.

Для окремих зон висотою не більше ніж 10 м значення коефіцієнтів C_k можна приймати постійними, визначаючи їх за висотою середніх точок відповідних зон, які відраховують від рівня землі в місці встановлення опори. Під час розрахунку проводів і тросів коефіцієнт C_A визначають залежно від приведеної висоти за 2.5.48.

2.5.46. За допомогою коефіцієнта рельєфу C_{rel} враховують мікрорельєф місцевості поблизу розташування опори. Як правило, C_{rel} приймають таким, що дорівнює одиниці, за винятком окремих випадків, коли опора розташована в гірській місцевості або на пагорбі чи схилі з такими характеристиками:

- 1) кут схилу пагорба (височини) більше ніж 5° ;
- 2) висота пагорба H більше ніж 20 м, незалежно від кута схилу.

У цих випадках коефіцієнт рельєфу C_{rel} необхідно обчислювати за спеціальними методиками.

У разі проходження ПЛ напругою 35 кВ і вище в гірській або пагорбній місцевості, закритій від впливу вітру локальними рельєфними особливостями місцевості (як правило, пагорб з нахилом до горизонталі більше 25°), необхідно виконувати перевірку ПЛ на турбулентний слід за перешкодою.

2.5.47. За допомогою коефіцієнта напрямку C_{dir} враховують нерівномірність вітрового навантаження за напрямками вітру. C_{dir} , як правило, приймають таким, що дорівнює одиниці. Значення $C_{dir} < 1$ допускається враховувати лише для відкритої рівнинної місцевості за наявності достатнього статистичного обґрунтування.

Для розрахунку проводів і тросів на вітрові навантаження напрямком вітру необхідно приймати під кутом 90° до ПЛ.

Для розрахунку опор напрямком вітру слід приймати під кутом 90° , 45° і 0° до осі ПЛ. У разі розрахунку кутових опор за вісь ПЛ приймають напрямком бісектриси зовнішнього кута повороту, утвореного суміжними відрізками лінії. Значення натягу проводів і тросів слід приймати також для згаданих кутів.

У розрахунках опор на напрямком вітру під кутом 45° до ПЛ вітрові навантаження на проводи і троси слід зменшувати шляхом множення на $\sin^2 45^\circ = 0,5$.

2.5.48. Вітрове навантаження на проводи ПЛ обчислюють за висотою розташування приведенного центра ваги всіх проводів h_{np} вітрове навантаження на троси - за висотою розташування приведенного центра ваги тросів h_{np} без урахування відхилення проводу в прогоні під дією вітру.

Вплив вітру на проводи розщепленої фази приймають без урахування можливого зниження вітрового тиску на провід, що знаходиться в тіні підвітряного проводу.

Висоту розташування приведенного центра ваги проводів або тросів h_{np} , м, обчислюють для габаритного прогону за формулою:

$$K = K_p \sim^2 / * f \gg \quad (2.5.8)$$

де h_{np} - середня висота кріплення проводів до ізоляторів або середня висота кріплення тросів на опорі, яку відраховують від рівня землі в місцях установлення опор, м;

f - стріла провисання проводу або троса (умовно прийнята найбільшою стрілою провисання за найвищої температури або ожеледі без вітру), м.

Висоту h_{np} розташування приведенного центра ваги проводів або тросів одно- прогонних великих переходів через водні простори обчислюють за формулою:

$$(2.5.9) \quad h_{np} = \frac{h_{cp1} + h_{cp2}}{2} - \frac{2}{3} f,$$

де A , h_{cp1} , h_{cp2} - висоти кріплення тросів або середня висота кріплення проводів до ізоляторів на опорах 112 переходу, яку відраховують від межнього рівня ріки або нормального рівня протоки, каналу, водоймища.

$$(2.5.10) \quad h_{np} = \frac{\sum_{i=1}^n h_{npi} l_i}{\sum_{i=1}^n l_i}$$

де n - кількість прогонів;

h_{npi} - висота приведених центрів ваги проводів або тросів над межнім рівнем ріки або нормальним рівнем протоки, каналу, водоймища в i -му прогоні, м, (визначається за формулою (2.5.9), $i = 1, \dots, n$;

l_i - довжина i -го прогону, який входить у перехід, м, $i = 1, \dots, 71$.

За наявності високого незатоплюваного берега, на якому розташовано як перехідні, так і суміжні з ними опори, висоту приведених центрів ваги в прогоні, суміжному з перехідним, відраховують від рівня землі в цьому прогоні.

2.5.49. Розрахункове вітрове навантаження на проводи і троси ліній класів безвідмовності 1КБ-4КБ для режиму максимального вітру без ожеледі P_m обчислюють за формулою:

$$P_{ac} = C_{aez} \cdot C_c \cdot \rho \cdot v_{itr}^2 \cdot \sin^2 \alpha,$$

де C_{aez} - аеродинамічний коефіцієнт, який під час розрахунків проводів і тросів приймають таким, що дорівнює:

- 1,2 - для проводів і тросів діаметром менше 20 мм, вільних від ожеледі, і всіх проводів і тросів, покритих ожеледдю;

- 1,1 - для проводів і тросів діаметром 20 мм і більше, вільних від ожеледі;

C_{uc} - коефіцієнт динамічності, який враховує вплив пульсаційного складника

вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на проводи ПЛ. Коефіцієнт C_{ac} обчислюють за формулою (2.5.12), у необхідних випадках - за допомогою спеціального динамічного розрахунку;

N_{on} і C_c - див. 2.5.39;

L - діаметр проводу або троса, мм;

v_{itr} - вітровий прогін, м;

α - кут між напрямком вітру та віссю ПЛ.

2.5.50. Коефіцієнт динамічності C_{uc} обчислюють за формулою:

$$C_{uc} = g_{tu} \cdot \alpha \cdot k_L, \quad (2.5.12)$$

де - коефіцієнт, який враховує вплив пульсаційного складника вітрового навантаження та динаміку коливань проводу і приймається за табл. 2.5.8;

a - коефіцієнт, який враховує нерівномірність вітрового тиску по прогону ПЛ. Коефіцієнт приймають за формулою (2.5.13), але не більшим за одиницю:

$$a = 2,6 - 0,3 \ln UГ, \quad \text{от} \quad (2.5.13)$$

κ_b - коефіцієнт, який враховує вплив довжини прогону на вітрове навантаження. Його приймають таким, що дорівнює: 1,2 - за довжини прогону B до 50 м; 0,85 - за довжини прогону B 800 м і більше; проміжні значення коефіцієнта κ_b обчислюють за формулою:

$$\kappa_b = 1,7 - 0,12 \ln B_y \quad (2.5.14)$$

де B - довжина прогону, м.

2.5.51. Розрахункове значення тиску вітру під час ожеледі IV , Па, на площинні елементи ліній з габаритом поперечного перерізу понад 70 мм (елементи опор, ізолятори тощо) обчислюють без урахування підвищення навітряної площі за рахунок ожеледних відкладень за формулами:

$$I', -I'' (C, C,, \quad (2.5.15)$$

$$I,,, \quad (2.5.16)$$

де y_m - коефіцієнт надійності за тиском вітру під час ожеледі за 2.5.52;

TU' - характеристичне значення тиску вітру під час ожеледі за 2.5.53, Па.

$C_A C_C$ - див. 2.5.39.

2.5.52. Коефіцієнт надійності за тиском вітру під час ожеледі y_m обчислюють залежно від заданого значення середнього періоду повторюваності T (табл. 2.5.9).

Таблиця 2.5.8

Тип місцевості (за 2.5.45)	i	ї	ш	IV
*«■	1,3	i,6	i,6	1,7

Таблиця 2.5.9

Період повторюваності T , років	5	10	15	25	30	50	150	500
Коефіцієнту [^]	0,45	0,61	0,71	0,83	0,88	1,00	1,26	1,55

2.5.53. Характеристичне значення тиску вітру під час ожеледі, UU , Па, для рівнинної місцевості на висоті 10 м над поверхнею землі визначають за картою територіального районування (рис. 2.5.4).

2.5.54. Навантаження від дії вітру на елементи ПЛ кругового перерізу діаметром до 70 мм включно, вкриті ожеледдю, слід обчислювати як лінійне навантаження. Розрахункове значення лінійного навантаження від дії вітру під час ожеледі Q_m , Н/м обчислюють за формулою:

$$Y_{\text{я}} = \kappa_0 * I, \kappa, C \kappa^{in} * < p, \tag{2.5.17}$$

де κ_0 - коефіцієнт, який враховує дію вітру на елемент, вкритий ожеледдю, залежно від діаметра елемента кругового перерізу δ (обчислюється згідно з табл. 2.5.11);

$\kappa_{\text{ш}}$ - коефіцієнт, який враховує зміну розміру ожеледі за висотою h (обчислюється згідно з табл. 2.5.10 залежно від висоти розташування елемента);

$\kappa_{\text{с}}$ - коефіцієнт, який обчислюють за формулою (2.5.14) відповідно до фактичного прогону ПЛ;

$C_{\text{с}}$ -див. 2.5.39;

$$0 < \dots - \Gamma_{\text{кв}}, \tag{2-5.18}$$

де $u_{\text{д}}$ - коефіцієнт надійності дії вітру на елемент, вкритий ожеледдю, за 2.5.50;

$(\delta)_0$ - характеристичне значення лінійного навантаження від дії вітру під час ожеледі на елемент, вкритий ожеледдю, Н/м, за 2.5.56.

Дію вітру на горизонтально підвішені елементи кругового перерізу (троси, проводи, линви), вкриті ожеледдю, допускається приймати на висоті розташування їх приведеного центра ваги (див. 2.5.48).

Таблиця 2.5.10

Висота над поверхнею землі H , м	5	10	20	30	40	50	70	100
Коефіцієнт $\kappa_{\text{с}}$	0,80	1,00	1,15	1,30	1,4	1,45	1,60	1,75
Примітка. Проміжні значення величин обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції.								

Таблиця 2.5.11

Діаметр проводу, троса або линви δ , мм	5	10	20	30	50	70
Коефіцієнту	0,90	1,00	1,2	1,35	1,68	2,0
Примітка. Проміжні значення величин обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції.						

2.5.55. Коефіцієнт надійності дії вітру на провід, вкритий ожеледдю, $u_{\text{д}}$ визначають залежно від заданого періоду середньої повторюваності T (табл. 2.5.12).

2.5.56. Характеристичне значення навантаження від дії $(\delta)_0$, Н/м, на провід діаметром 10 мм, вкритий ожеледдю, для рівнинної місцевості на висоті 10 м над поверхнею землі визначають за картою територіального районування (рис. 2.5.5).



Рис. 2.5.4. Карта районування території України за характеристичним значенням тиску вітру під час ожеледі

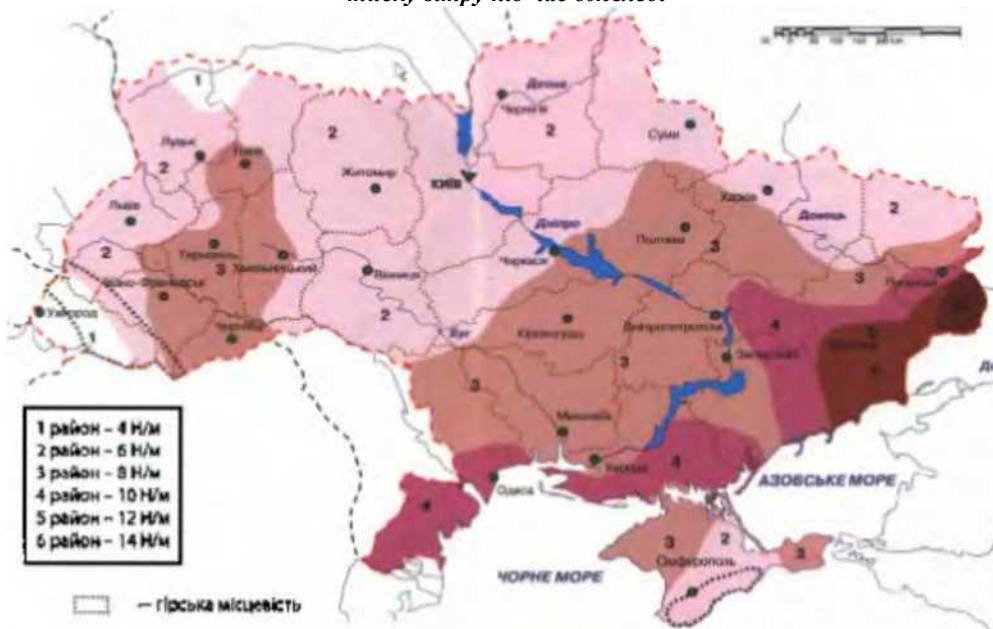


Рис. 2.5.5. Карта районування території України за характеристичним значенням тиску вітру на проводи та троси діаметром 10 мм, вкриті ожеледдю

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 (В)

Таблиця 2.12

Період повторюваності T , років	5	10	15	25	30	50	150	500
Коефіцієнт $y_{(t)}$	0.47	0.63	0.72	0.84	0.88	1.00	1,25	1.53

ТЕМПЕРАТУРНІ КЛІМАТИЧНІ ВПЛИВИ

2.5.57. Під час проектування ПЛ усіх типів і недруг враховують такі значення температури повітря:

t_c - середньорічна (2.5.68);

*«і» « вайяпжча, яку приймають за абсолютну мінімальну (2.5.59);

i_{mli} - найвища, яку приймають за абсолютну максимальну (2.5.60); під час ожеледі (2.6.61).

У «обхідних випадках температуру допускається визначати шляхом статистичного оброблення результатів метеорологічних спостережень.

2.5.58. Середньорічну температуру повітря t_c установлюють за картою на рис. 2.5.6.

2.5.59. Мінімальну температуру повітря i_{mli} уотановлюють за картою згідно з рис. 2.5.7.

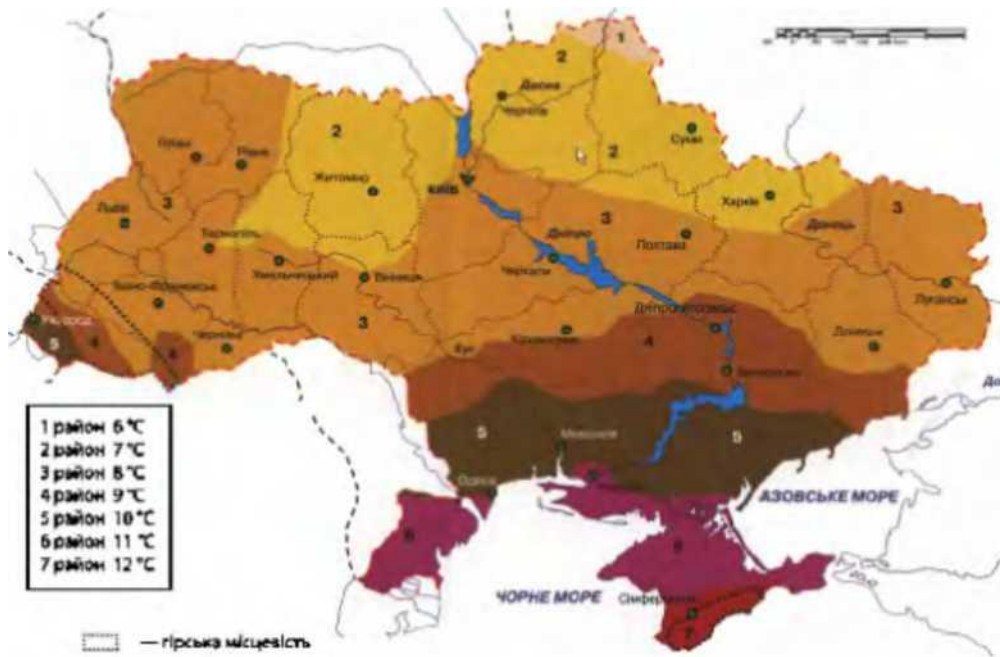


Рис. 2.5-6. Територіальне районування України за середньорічною температурою повітря

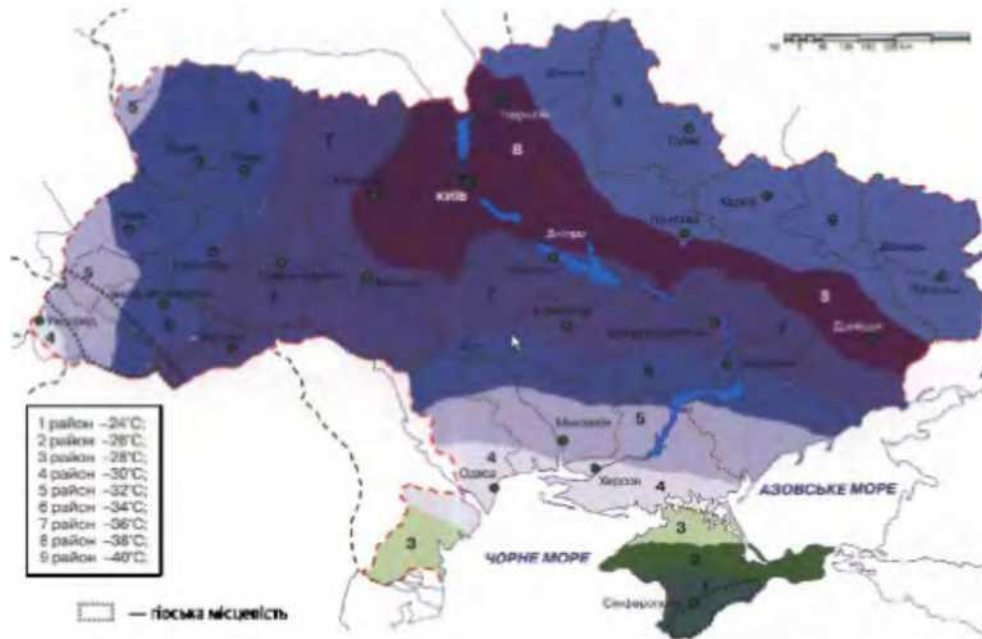


Рис. 2.Я.7. Територіальне районування України за мінімальною температурою повітря



Рис. 23.8. Територіальне районування України за максимальною температурою повітря

2.5.60. Максимальну температуру повітря $t_{\text{ТВХ}}^*$ установлюють за картою згідно з рис. 2.5.8.

2.5.61. Температуру повітря під час дії вітру в разі ожеледі необхідно приймати мінус 5 °С.

НАВАНТАЖЕННЯ ВІД ВАГИ КОНСТРУКЦІЙ І ГРУНТІВ

2.5.62. Характеристичне значення ваги конструкцій заводського виготовлення необхідно визначати на підставі стандартів, робочих креслень або паспортних даних заводів-виробників, а інших будівельних конструкцій і ґрунтів - за проектними розмірами і питомою вагою матеріалів і ґрунтів з урахуванням їхньої вологості в умовах будівництва та експлуатації ПЛ.

2.5.63. Характеристичні значення вертикальних навантажень w_c , Н, які створюються вагою проводів і тросів, обчислюють за формулою:

$$\langle w_c = \rho_L \cdot l \rangle \quad (2.5.19)$$

w_{p1} - вага проводу або троса довжиною 1 м, Н/м, яка чисельно дорівнює вазі, зазначеній у стандарті або технічних умовах;

K_{ag} - ваговий ПРОГІН, м.

Для опор масового застосування дозволяється передбачати можливість збільшення або зменшення вагового прогону на 25%, залежно від розрахункової ситуації.

2.5.64. Розрахункове значення ваги конструкцій і ґрунтів обчислюють шляхом множення характеристичного значення навантаження на коефіцієнт надійності за навантаженням γ_m (табл. 2.5.13). Значення в дужках необхідно використовувати під час перевірки стійкості конструкції на перекидання, а також у інших випадках, коли зменшення ваги конструкцій і ґрунтів може погіршити умови роботи конструкції (наприклад, для розрахунку анкерних болтів, фундаментів та основ під час виривання).

Таблиця 2.5.13. Коефіцієнт надійності за навантаженням γ_m

№з/п	Конструкції споруд і вид ґрунтів	γ_m
<i>Розрахунки несучої здатності опор і фундаментів (перша група граничних станів), пункт 1, табл. 2.5.1</i>		
	Конструкції опор:	
1	- металеві	1,0(0,95)
2	- залізобетонні, дерев'яні	1,15(0,90)
3	Насипні ґрунти	1,2(0,90)
4	Проводи, троси та устаткування ПЛ	1,10(0,90)
<i>Розрахунки переміщень опор і фундаментів, а також тріщиноутворення залізобетонних конструкцій (друга група граничних станів). Розрахунки проводів, тросів і арматури (допустимі напруження та руйнівні навантаження), пункти 2,3, табл. 2.5.2</i>		
5	Усі елементи ПЛ	1

МОНТАЖНІ НАВАНТАЖЕННЯ

2.5.65. Опори ПЛ напругою понад 1 кВ слід перевіряти на навантаження, які відповідають прийнятому способу монтажу з урахуванням складників, які створюються зусиллям тягової лінви і вагою проводів (грозозахисних тросів) та ізоляторів, а також на додаткові навантаження, які створюються вагою монтажних пристосувань і монтера з інструментом.

Характеристичне навантаження від ваги проводів (або тросів), які монтуються, та ізоляційних підвісів рекомендується приймати:

1) на проміжних опорах - з урахуванням подвоєної ваги прогону проводів (тросів) без ожеледі та ізоляційних підвісів, виходячи з можливості підйому проводів (тросів), які монтуються, та ізоляційного підвісу через один блок;

2) на анкерних опорах - з урахуванням зусилля в тяговому тросі, яке обчислюють з умови розташування тягового механізму на відстані $2,5 \kappa$ від опори, де κ - висота підвісу проводу середньої фази на опорі.

Характеристичне значення навантаження, яке створюють вага монтера і монтажні пристосування, прикладене в місці кріплення ізоляторів, приймається таким, що дорівнює, кН: для опор ПЛ напругою 500 кВ та 750 кВ - 2,5; для опор анкерного типу ПЛ напругою до 330 кВ з підвісними ізоляторами - 2; для проміжних опор ПЛ напругою до 330 кВ з підвісними ізоляторами - 1,5; для опор зі штировими ізоляторами - 1.

Для розрахунку опор, фундаментів та основ у монтажних режимах розрахункові навантаження за першою групою граничних станів обчислюють з урахуванням коефіцієнта надійності $\gamma_m^{\wedge} = 1,1$, за винятком навантаження, яке створюється вагою монтера і монтажним пристосуванням, для яких коефіцієнт надійності γ_t приймається таким, що дорівнює 1,3.

НАВАНТАЖЕННЯ, СТВОРЕНІ НАТЯГОМ ПРОВІДІВ І ТРОСІВ

2.5.66. Навантаження на опори ПЛ від натягу проводів і тросів обчислюють залежно від кліматичних навантажень згідно з формулами (2.5.1), (2.5.11), (2.5.17) і 2.5.58-2.5.61 для умов і середніх періодів повторюваності, зазначених у пункті 3 табл. 2.5.1.

2.5.67. Розрахункове горизонтальне навантаження від натягу проводів і тросів вільних від ожеледі або покритих ожеледдю, під час розрахунку конструкцій опор, фундаментів та основ обчислюють шляхом множення навантаження від натягу проводів на коефіцієнт надійності $\gamma_{ГТ}$, який дорівнює: 1,3- під час розрахунку за першою групою граничних станів; 1,0 - під час розрахунку за другою групою граничних станів.

2.5.68. Проміжні опори ПЛ з підтримувальними підвісами і глухими затискачами слід розраховувати в аварійному режимі лише за першою групою граничних станів. При цьому горизонтальне навантаження вздовж осі лінії $T_{гпр}$ кН, від обірваних проводів однієї фази на ПЛ напругою до 500 кВ включно обчислюють за формулою:

де κ_m - коефіцієнт, яким зменшують значення натягу проводу в аварійному режимі залежно від конструкції опор і проводів (табл. 2.5.13а);

$\kappa\#$ - коефіцієнт, яким зменшують значення натягу проводу в аварійному режимі залежно від кількості проводів у фазі (табл. 2.5.13б);

N - кількість проводів у фазі;

T_{max} - найбільше розрахункове значення натягу проводу, кН.

Таблиця 2.5.1 За. Коефіцієнт зменшення натягу k_m

Конструкція опор	Переріз проводу за алюмінієм	
	до 200 мм ²	понад 200 мм ²
Опори жорсткого типу	0,5	0,4
Залізобетонні вільностоячі	0,3	0,25
Дерев'яні вільностоячі	0,25	0,2

Таблиця 2.5.136. Коефіцієнт зменшення натягу k_k

Кількість проводів N	1	2	3
K	1	0,8	0,4*
* Застосовують лише для ПЛ 500 кВ на металевих опорах..			

Для інших типів опор залежно від гнучкості (опор з нових матеріалів, металевих гнучких опор тощо) допускається приймати значення коефіцієнта зменшення натягу k_m в зазначених вище межах.

На ПЛ 750 кВ із розщепленням на 4 і більше проводів у фазі горизонтальне навантаження вздовж осі лінії на проміжній опорі необхідно приймати 27 кН на фазу (вимоги 2.5.75 враховані).

У розрахунках допускається враховувати підтримувальну дію необірваних проводів і тросів за середньорічної температури без ожеледі і вітру. При цьому розрахункові горизонтальні навантаження необхідно визначати як для нерозщеплених фаз, а механічні напруження, які виникають у підтримувальних проводах і тросах, не повинні перевищувати 70% їх розривного зусилля.

Розрахунок значення T проміжних опор великих переходів виконують за 2.5.82.

У разі застосування пристроїв, які обмежують передавання поздовжнього навантаження на проміжну опору (багатороликові підвіси, а також інші пристрої), розрахунок опор виконують на навантаження, які виникають під час використання цих пристроїв, але не більших від навантаження $T_{гор}$, прийнятих у разі підвішування проводів у глухих затискачах.

2.5.69. Розрахункове горизонтальне навантаження вздовж осі лінії кН від обірваного троса на проміжній опорі на ПЛ напругою до 500 кВ включно приймається таким, що дорівнює $0,57T^{\wedge}$, где T^{\wedge} - найбільше розрахункове значення натягу троса.

На ПЛ 750 кВ розрахункове значення навантаження вздовж осі лінії приймається 20 кН (вимоги 2.5.75 враховані).

2.5.70. Проміжні опори ПЛ з кріпленням проводів на штирових ізоляторах за допомогою дротового в'язання слід розраховувати в аварійному режимі за першою групою граничних станів з урахуванням гнучкості опор на обрив одного проводу, який дає найбільші аусилля в елементах опори. Умовне розрахункове горизонтальне навантаження вздовж лінії від натягу обірваного проводу під час розрахунку стояка слід приймати $0,5T_{m,}$, але не менше за 3,0 кН.

Для розрахунку конструкцій опор (крім стояка) умовне навантаження, створене натягом обірваного проводу, необхідно приймати $0,25T$, але не менше за 1,5 кН.

ІНШІ ВПЛИВИ

2.5.71. Територія України характеризується підвищеною грозовою діяльністю

з кількістю грозових годин понад 40 на рік.

2.5.72. За середньою частотою повторюваності та інтенсивністю галопування проводів і тросів територія України поділяється на райони з помірним галону* ваявям проводів (середня частота повторюваності галопування один раз на п'ять років і менше) і з частим та Інтенсивним галопуванням проводів (середня частота повторюваності більше одного разу на п'ять років). Визначати райони за середньою частотою повторюваності та інтенсивністю галопування проводів і тросів слід за картою районування території України (рис. 2.5.14) з уточненням за данини експлуатації.

Дивакічні впливи від галопування проводів і тросів під час розражунжу опор не враховують. У випадках коли передбачається можливість галопування, боротьбу а ним організуюють шляхом вживання конструктивних заходів.

2.5.73. Ступінь агресивного впливу навколишнього середовища визнач&ютьз урахуванням положень чинних норм проектування та державних стандартів

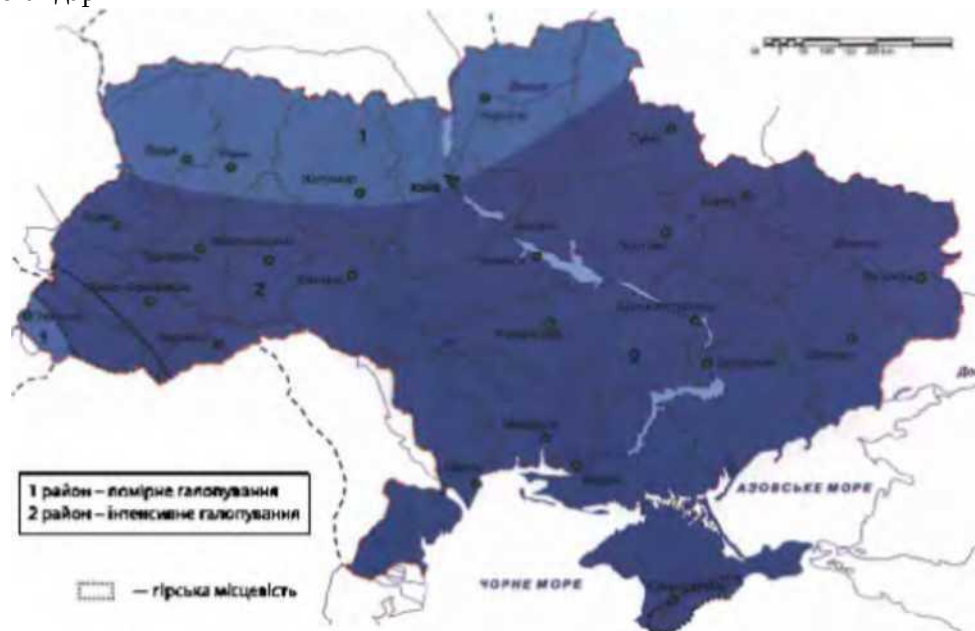


Рис. 2Л14. Карта районування території України за середньою частотою повторюваності та інтенсивністю галопування проводів і тросів

РОЗРАХУНКОВІ РЕЖИМИ ТА СПОЛУЧЕННЯ НАВАНТАЖЕНЬ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ

2.5.74. Елементи ПЛ розраховують на сполучення навантажень, які діють у нормальних, аварійних і монтажних режимах, в монтажних режимах - з урахуванням можливості тимчасового підсилення окремих елементів конструкцій.

Поєднання кліматичних та інших чинників у різних режимах роботи ПЛ (наявність вітру, ожеледі, температура, кількість обірваних проводів або тросів

тощо) визначають відповідно до вимог цих Правил.

2.5.75. Під час розрахунків опор, фундаментів та основ ПЛ за міцністю і стійкістю (перша група граничних станів) в аварійних режимах розрахункові значення навантажень від ожеледі, дії вітру на опори, проводи і троси, атакож натяги проводів і тросів враховують за допомогою таких коефіцієнтів сполучення:

- 0,8 - для розрахунку проміжних опор, їх фундаментів та основ у режимах обриву проводів і тросів;

- 0,9 - для розрахунку анкерних опор, їх фундаментів та основ у режимах обриву проводів і тросів;

- 0,8 - для розрахунку проміжних та анкерних опор, їх фундаментів і основ під час урахування сейсмічних навантажень.

2.5.76. Розрахунки ПЛ виконують для комбінацій кліматичних умов, вказаних у табл. 2.5.14.

2.5.77. Опори слід розраховувати на навантаження в нормальних і аварійних режимах ПЛ.

Анкерні опори слід розраховувати на різницю натягу проводів і тросів, яка виникає внаслідок нерівності значень приведених прогонів.

Кінцеві опори слід розраховувати на односторонній натяг усіх проводів і тросів.

Двоколові та багатокілові опори у всіх режимах повинні бути розраховані на умови, коли змонтоване лише одне коло.

2.5.78. Опори повинні бути перевірені на умови їх монтажу, а також на умови монтажу проводів і тросів.

2.5.79. Проміжні опори ПЛ з підтримувальними ізоляційними підвісами і глухими затискачами слід розраховувати на горизонтальні статичні навантаження в аварійних режимах (2.5.66-2.5.70).

Розрахунок виконують для режиму без ожеледі і вітру за таких умов:

1) обірвано провід або проводи однієї фази (за будь-якої кількості проводів на опорі), троси не обірвано;

2) обірвано один трос, проводи не обірвано.

Аварійні навантаження прикладають у місцях кріплення проводу або троса, у разі обриву якого зусилля в елементах опори будуть найбільшими.

2.5.80. Опори анкерного типу слід розраховувати в аварійному режимі на обрив проводів і тросів, у разі обриву яких виникають найбільші зусилля в елементах опори.

Розрахунок виконують для таких умов:

1) для опор ПЛ з алюмінієвими проводами всіх перерізів, сталевими проводами ПС і ПМС усіх перерізів і сталевалюмінієвими проводами перерізом до 150 мм²:

а) обірвано проводи двох фаз одного прогону за будь-якої кількості кіл на опорі; троси не обірвано (анкерні нормальні опори);

б) обірвано провід однієї фази одного прогону за будь-якої кількості кіл на опорі; троси не обірвано (анкерні полегшені опори);

2) для опор зі сталевалюмінієвими проводами перерізом 185 мм² і більше, а також зі сталевими лінвами типу ТК усіх перерізів, які використовують як проводи: обірвано проводи однієї фази одного прогону за будь-якої кількості кіл на

3) для анкерних опор незалежно від марок і перерізів проводів, які підвішують: обірвано один трос в одному прогоні за умови необірваних проводів (у разі розщепленого троса обірвано всі його складники).

Навантаження від проводів і тросів слід приймати такими, що дорівнюють натягу проводів або тросів у режимі ожеледі без вітру за температури повітря мінус 5 °С або в режимі найнижчої температури, якщо натяг в останньому режимі більше, ніж під час ожеледі без вітру.

Таблиця 2.5.14. Сполучення навантажень для розрахунків ПЛ

№ з/	Режими роботи ПЛ	Температура повітря, °С	Вітер	Ожеледь
1	Нормальний	Середньорічна* ξ_c за 2.5.58	-	-
		Найвища* i^{\wedge} за 2.5.60	-	-
		Найнижча $i_{\text{тіл}}$ за 2.5.59	-	-
		Під час ожеледі ξ_0 за 2.5.61		Розрахункове значення за 2.5.33 та 2.5.37
		Мінус 5 °С	Максимальний тиск за 2.5.39 та 2.5.49	-
	Під час ожеледі i_0 за 2.5.61	Під час ожеледі за 2.5.51 і 2.5.54	0,9 від розрахункового значення за 2.5.33 та 2.5.37	
2	Аварійний	Середньорічна ξ_c за 2.5.58	-	-
		Найнижча i_{min} за 2.5.59	-	-
		Мінус 5 °С	-	Розрахункове значення за 2.5.33 і 2.5.37
3	Монтажний	Мінус 15 °С	Тиск вітру на висоті 10 м над поверхнею землі 62,5 Па (швидкість вітру 10 м/с)	-
* Враховується тільки під час розрахунків проводів і тросів.				

2.5.81. Опори анкерного типу необхідно перевіряти за таких монтажних умов:

1) в одному з прогонів одноколових опор змонтовано всі проводи і троси, в іншому прогоні проводи і троси не змонтовано. Натяг у змонтованих проводах і тросах приймають умовно таким, що дорівнює 2/3 максимального, а кліматичні умови - згідно з 2.5.78, табл. 2.5.14, пункт 3. У цьому режимі опора та її закріплення в ґрунті повинні мати необхідну, визначену нормами, міцність без установлення тимчасових відтяжок;

2) в одному з прогонів багатоколових опор послідовно та в будь-якому порядку монтують проводи одного кола, троси не змонтовано;

3) в одному з прогонів, за будь-якої кількості тросів на опорі, послідовно та в будь-якому порядку монтують троси, проводи не змонтовано.

Під час перевірок за підпунктами 2) і 3) цього пункту допускається передбачати тимчасове посилення окремих елементів опор і встановлення тимчасових відтяжок.

2.5.82. У розрахунках за аварійним режимом проміжних опор великих переходів з проводами, які підвішують в глухих затискачах, навантаження приймають таким, що дорівнює редукованому натягу, за умови, що проводи покриті ожеледдю, вітер відсутній.

Навантаження на розщеплені проводи великих переходів визначають за допомогою таких понижувальних коефіцієнтів: 0,8 - у разі розщеплення на два проводи, 0,7 - у разі розщеплення на три проводи і 0,6 - у разі розщеплення на чотири проводи і більше.

Під час підвішування проводів і тросів на роликах умовне навантаження на провід за аварійним режимом уздовж лінії приймають при одному проводі у фазі - 20 кН, у разі двох проводів у фазі - 35 кН, у разі трьох і більше проводів у фазі - 50 кН.

Розрахунок одноколових проміжних опор великих переходів виконують на обрив проводу (проводів) однієї фази, а двоколових - на обрив проводів двох фаз, у разі обриву яких зусилля в елементах опори будуть найбільшими. При цьому троси вважають необірваними.

Навантаження на проміжні опори великих переходів, яке створюється тросом, закріпленим у глухому затискачі, приймають таким, що дорівнює найбільшому натягу троса. Проводи вважаються необірваними.

Одноколові анкерні опори великих переходів зі сталевими ланками типу ТК усіх перерізів, які використовуються як проводи, розраховують на обрив проводу або проводів однієї фази. Одноколові анкерні опори великих переходів зі сталевими ланками перерізом до 150 мм², а також усі двоколові анкерні опори з проводами будь-якого перерізу розраховують на обрив проводів двох фаз. Троси вважаються необірваними.

Навантаження на анкерні опори великих переходів, яке створюється тросом, приймають таким, що дорівнює найбільшому натягу троса. Проводи не обірвано.

Під час визначення зусиль у елементах опори враховують ті умовні навантаження або неврівноважені натяги, які виникають під час обривів проводів або тросів, за яких ці зусилля мають найбільші значення.

2.5.83. Опори, фундаменти та основи ПЛ слід розраховувати на навантаження від власної ваги та вітрове навантаження на конструкції; навантаження від проводів, тросів та устаткування ПЛ, а також на навантаження, зумовлені прийнятим способом монтажу, на навантаження від ваги монтера і монтажних пристосувань. Опори, фундаменти та основи слід розраховувати також на навантаження і впливи, які можуть виникати в конкретних умовах, наприклад: тиск води, тиск льоду, розмивна дія води, тиск ґрунту тощо, які приймають відповідно до вказівок чинних нормативних документів.

Конструкції опор і фундаментів ПЛ слід розраховувати так:

- залізобетонні опори - за утворенням тріщин під час дії розрахункових значень постійних навантажень за табл. 2.5.13, пункт 5, і розрахункових значень змінних навантажень із середніми періодами повторюваності, вказаними в табл.

2.5.1, пункт 2;

- залізобетонні опори та фундаменти - за розкриттям тріщин у нормальних режимах експлуатації під час дії розрахункових значень постійних навантажень за табл. 2.5.13, пункт 5, і розрахункових значень змінних навантажень з періодами середньої повторюваності, вказаними в табл. 2.5.1, пункт 2;

- дерев'яні опори - за міцністю під дією розрахункових значень постійних навантажень за табл. 2.5.13, пункт 5.

2.5.84. Розрахунок опор, фундаментів та їх елементів за другою групою граничних станів виконують на розрахункові значення змінних навантажень з періодами середньої повторюваності за табл. 2.5.1, пункт 2, які обчислені без урахування динамічного впливу вітру на конструкцію опори (див. 2.5.42).

2.5.85. Для розрахунку наближень струмопровідних частин до елементів опор ПЛ і споруд необхідно приймати такі поєднання кліматичних умов з середнім періодом повторюваності за табл. 2.5.1, пункт 3:

1) за робочої напруги: розрахунковий тиск вітру за формулою (2.5.4), температура повітря мінус 5 °С;

2) у разі грозових і внутрішніх перенапруг:

- температура повітря плюс 15 °С, тиск вітру TU_m тиск вітру — 0,1 TU_m , але не менше ніж 62,5 Па;

- температура повітря плюс 15 °С, вітер відсутній;

3) для здійснення безпечного підймання на опору під напругою: температура повітря мінус 15 °С, вітер і ожеледь відсутні.

Тангенс кута відхилення проводів, що закріплені у підтримувальних ізоляційних підвісах на ПЛ 500 і 750 кВ, визначають за формулою:

$$kPM + P_n$$

(2.5.214)

де k - коефіцієнт, який враховує коливання проводу в разі його відхилень і дорівнює: 1 - за розрахункового тиску вітру $U_m^?$ за формулою (2.5.4) з середнім періодом повторюваності за таблицею 2.5.1, пункт 2, до 400 Па; 0,95 - при 450 Па; 0,9 - при 550 Па; 0,85 - при 600 Па і більше (проміжні значення обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції);

P_m - горизонтальне навантаження від дії розрахункового значення вітрового навантаження на провід, H , за формулою (2.5.11);

P_d - розрахункове значення вітрового навантаження на підвіс у разі вітрового тиску, Y , за формулою (2.5.4) (слід враховувати для ліній класу безвідмовності 4 КБ);

G_{np} - розрахункове значення навантаження на ізоляційний підвіс, яке створюється вагою проводу, Y , за таблицею 2.5.13, пункт 5;

ϵ , - розрахункове значення ваги ізоляційного підвісу, Y , за таблицею 2.5.13, пункт 5;

l - розрахунковий параметр (залежить від конструкції ПЛ).

$$y = 2 + \frac{0,67A \pm A}{A}$$

стріли провисання проводу у суміжних прогонах, м;

X - довжина підвісу, м;

N - кількість проводів у фазі.

Тангенс кута відхилення проводів ПЛ напругою до 330 кВ і тросів на ПЛ усіх

напруг визначають за спрощеною формулою:

$$\frac{K P}{\sigma_{np}} \sim p_2 \sim > \quad (2.5.216)$$

ПРОВОДИ І ГРОЗОЗАХИСНІ ТРОСИ

2.5.86. На ПЛ необхідно використовувати багатодротові проводи і троси. Мінімально припустимі перерізи проводів за умовами механічної міцності вказано в табл. 2.5.15. Переріз струмопровідної частини проводів з алюмінію та алюмінієвих сплавів для ПЛ напругою до 20 кВ визначають за електричним розрахунком. Кількість проводів у фазі для ПЛ напругою понад 20 кВ, а також переріз струмопровідної частини цих проводів з алюмінію та алюмінієвих сплавів потрібно приймати відповідно до табл. 2.5.16.

Застосування проводів, перерізи яких відрізняються від вказаних у табл.

2.5.16, припустиме для існуючих ліній, які реконструюють, за умов збереження існуючих несучих конструкцій на лінії чи багатопрогонових великих переходах.

2.5.87. Для зниження втрат електроенергії на перемагнічування сталевих осердь у сталєалюмінієвих провадках і в провадках з термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям рекомендується використовувати проводи з парним числом звивів алюмінієвих дротів.

2.5.88. Для грозозахисних тросів, як правило, застосовують сталеві линви, виготовлені з оцинкованого дроту для особливо жорстких агресивних умов роботи (ОЖ) і стійких до розкручування за способом звивання (Н), перерізом не менше ніж 35 мм² - на ПЛ 35 кВ без перетинів і в прогонах перетинів із залізницями загального користування і електрифікованих в районах за ожеледдю 1-2 і 50 мм² і більше - у інших районах і на ПЛ 35 кВ, які споруджуються на двоколових і багатоколових опорах і на ПЛ напругою понад 35 кВ.

Сталєалюмінієві проводи або проводи з термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям як грозозахисні троси рекомендується використовувати:

а) на особливо відповідальних переходах через інженерні споруди (електрифіковані залізниці, автомобільні дороги категорії ІА (2.5.214), судноплавні перешкоди тощо);

Характеристика ШІ	Переріз проводів, мм ²			
	алюмінієвих і з термообробленого алюмінієвого сплаву	з термообробленого алюмінієвого сплаву	стале алюмінієвих	сталевих
ПЛ без перетинів у районах за ожеледдю:				
-до 2	70	50	35/6,2	35
-у 3-4	95	50	50/8	35
- у 5 і вище	-	70	70/11	35
Перетини ПЛ із судноплавними річками та інженерними спорудами в районах за ожеледдю:				
-до 2	70	50	50/8	35
-у 3-4	95	70	50/8	50
-у 5 і вище	-	70	70/11	50
ПЛ до 20 кВ, які споруджують на двоколових і багатоходових опорах	-	70	70/11	-
Примітка 1. У прогонах перетинів з автомобільними дорогами, тролейбусними і трамвайними лініями, залізницями незагального користування допускається використовувати проводи таких самих перерізів, як на ПЛ без перетинів. Примітка 2. У районах, де вимагається використовувати проводи з антикорозійним захистом, мінімально припустимі перерізи проводів приймають такими самими, як і перерізи відповідних марок без				

Таблиця 2.5.16. Кількість і переріз проводів ліній напругою понад 20 кВ

Напруга ліній, кВ	Номинальний переріз проводу за алюмінієм, мм ²	Кількість проводів у фазі
35*	70-95	1
35	120	1
по**	120	1
110,150	240	1
220***	400	1
330	400	2
400****	400	2
500***	300	3
750	300	5

* Стосується ліній 35 кВ, які є відгалуженням від існуючих магістральних ліній з перерізом проводів 70-95 мм² або є продовженням таких магістралей.
** Стосується ліній 110 кВ для живлення електроспоживачів на потужність до 20 МВт або для видачі потужності електростанцій з кількістю годин використання встановленої потужності до 2500 (вітрові, газотурбінні пікові електростанції тощо). *** Перспективний розвиток ліній

б) на відрізках ПЛ, які проходять у районах з підвищеною забрудненістю атмосфери (промислові зони з високою хімічною активністю викидів, землі із засоленими ґрунтами і водоймами, узбережжя морів тощо), а також тих, що

проходять по населеній і важкодоступній місцевостях;

в) на ПЛ з великими струмами однофазного короткого замикання за умовами термічної стійкості та для зменшення впливу ПЛ на лінії зв'язку;

г) на великих переходах.

При цьому для ПЛ, які споруджуються на двоколових або багатоколових опорах, незалежно від напруги сумарний переріз алюмінієвої (або алюмінієвого сплаву) і сталеві частини троса повинен бути не меншим за 120 мм².

У разі використання грозозахисних тросів для організації багатоканальних систем високочастотного зв'язку за необхідності використовують одиночні або здвоєні ізольовані один від одного троси або троси з вбудованим оптичним кабелем зв'язку (2.5.138-2.5.159). Між складниками здвоєного троса в прогонах і петлях анкерних опор слід установлювати дистанційні ізолювальні розпірки.

Відстані між розпірками в прогоні не повинні перевищувати 40 м.

2.5.89. Для сталюалюмінієвих проводів перерізом алюмінієвих дротів А і сталевих дротів С рекомендуються такі діапазони співвідношень А/С для використання в районах за ожеледним навантаженням відповідно до рис. 2.5.1:

а) райони 1-3:

А менше ніж 240 мм² - А/С від 6,0 до 6,25;

А від 240 мм² - А/С від 7,5;

б) райони 4-6:

- А менше ніж 95 мм² - А/С до 6,0;

- А від 120 до 400 мм² - А/С від 4,0 до 4,5;

- А понад 400 мм² - А/С від 7,5 до 8,0;

- А понад 400 мм² на великих переходах - А/С от 0,5 до 2,5.

Вибір марок проводів та інших матеріалів обґрунтовується розрахунками.

У разі спорудження ПЛ у місцях, де досвідом експлуатації встановлено руйнування проводів унаслідок корозії (узбережжя морів, солоні озера, промислові райони та райони засолених пісків, прилеглі до них райони з атмосферою повітря типу II і III, а також у місцях, де на основі даних вишукувань можливі такі руйнування), слід використовувати проводи, які призначено для цих умов відповідними державними стандартами і технічними умовами.

На рівнинній місцевості за відсутності даних експлуатації ширину прибережної смуги, якої стосуються зазначені вимоги, слід приймати 5 км, а ширину смуги від хімічних підприємств - 1,5 км.

2.5.90. Конструкція фази ПЛ напругою понад 20 кВ (переріз і кількість проводів у фазі), виконана відповідно до табл. 2.5.16, задовольняє вимоги обмеження напруженості електричного поля на поверхні проводів до рівнів, припустимих за короною та радіоперешкодами на абсолютних відмітках місцевості до 1000 м над рівнем моря.

Фази лінії, розщеплені на 2, 3 і 5 проводів, використовують з віддаленням проводів фази в прогоні на відстань 400 мм за допомогою дистанційних розпірок - скупчених або парних групових. Поділ прогонів розщепленої фази на підпрогони, які утворюються за допомогою розпірок, виконують залежно від довжини прогону, марки проводу та розрахункових навантажень від вітру і ожеледі. Відстань від затискачів проводу до найближчих скупчених або групових розпірок повинна дорівнювати 55-65% від відстані між наступними розпірками в прогоні. Відстань між скупченими або груповими розпірками в прогоні не повинна перевищувати 75 м, а відстань між парними розпірками в групі має дорівнювати 2 м.

У разі встановлення скупчених розпірок відстань між суміжними розпірками не повинна бути однаковою, а мати різницю у відстані $\pm 10\%$.

За потреби створення каналу зв'язку по лінії проводи всередині фази виконують електрично ізолюваними один від одного за рахунок устанавлення ізолювальних розпірок.

У прогонах ліній допускається застосовувати міжфазні ізолювальні розпірки за схемою «провід-провід», «фаза-фаза», «фаза-трос», «провід-трос».

2.5.91. Переріз грозозахисного троса, вибраного за механічним розрахунком, слід перевіряти на термічну стійкість відповідно до вказівок глави 1.4 і 2.5.151, 2.5.152, 2.5.155.

2.5.92. Проводи та троси слід обчислювати на розрахункові навантаження нормального, аварійного і монтажного режимів ПЛ для сполучення умов, зазначених у 2.5.76. При цьому напруження в проводах (тросах) не повинні перевищувати допустимих значень, поданих у табл. 2.5.17.

Зазначені в табл. 2.5.17 напруження слід відносити до тієї точки проводу в прогоні, в якій напруження найбільші. Допускається ці напруження приймати для нижчої точки проводу в прогоні за умов перевищення напруження в точках підвісу не більше ніж на 5%.

2.5.93. Розрахунок монтажних натягів і стріл провисання проводів (тросів) слід виконувати з урахуванням залишкових деформацій.

У механічних розрахунках проводів (тросів) рекомендується приймати фізико-механічні характеристики, зазначені в табл. 2.5.18.

2.5.94. Захищати від вібрації необхідно:

- одиночні проводи і троси за довжин прогонів, які перевищують значення, вказані в табл. 2.5.19, і механічних напружень за середньорічної температури, які перевищують значення, вказані в табл. 2.5.20;

- проводи розщепленої фази з двох проводів і розщеплені троси з двох складників за довжини прогонів понад 150 м і механічних напружень, які перевищують значення, вказані в табл. 2.5.21 (проводи розщепленої фази з трьох і більше складників захисту від вібрації не потребують, крім прогонів довжиною понад 700 м);

- одиночні проводи, проводи розщепленої фази за будь-якої кількості складників і розщеплені троси на великих переходах за допомогою встановлених з кожного боку перехідного прогону довжиною до 500 м - одного гасника вібрації на кожному проводі і тросі та довжиною від 500 м до 1500 м - не менше двох різнотипних гасників вібрації на кожному проводі та тросі;

- проводи ПЛЗ, якщо напруження в проводі за середньорічної температури перевищує 40 МПа.

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ

Таблиця 2.5.17. Допустимі механічні напруження в проводах і тросах ПЛ

Проводи і троси	Допустиме напруження %, межі міцності в разі розтягування		Допустиме напруження, МПа	
	за найбільшого навантаженн я і найнижчої тем-	за середньо- річної тем-	за найбільшого навантаження і найнижчої тем-	за середньо- річної тем-
<i>Алюмінієві перерізом, мм²:</i>				
70-95	35	30	56	48
120-240	40	30	64	48
300-750	45	30	72	48
<i>З нетермообробленого алюмінієвого сплаву перерізом, мм²:</i>				
50-95	40	30	83	62
120-185	45	30	94	62
<i>З термообробленого алюмінієвого сплаву перерізом, мм²:</i>				
50-95	40	30	114	85
120-185	45	30	128	85
<i>Сталеалюмінієві перерізом алюмінієвої частини проводу, мм²:</i>				
400 і 500 при А/С 20,27 і 18,87	45	30	104	69
400, 500 і 1000 при А/С 17,91; 18,08 і 17,85	45	30	96	64
330 при А/С 11,51	45	30	117	78
150-800 при А/С від 7,8 до 8,04	45	30	126	84
35-150 при А/С від 5,99 до 6,28	40	30	120	90
185 і більше при А/С від 6,14 до 6,28	45	30	135	90
120 і більше при А/С від 4,29 до 4,38	45	30	153	102
500 при А/С 2,43	45	30	205	137
185,300 і 500 при А/С 1,46	45	30	254	169
70 при А/С 0,95	45	30	272	204
95 при А/С 0,65	40	30	308	231
<i>З термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям перерізом алюмінієвого сплаву, мм²:</i>				
500 при А/С 1,46	45	30	292	195
70 при А/С 1,71	45	30	279	186
Сталеві проводи	50	35	310	216
Сталеві линви	50	35	Згідно зі стандартними і технічними умовами	
Захищені проводи	40	30	114 85	

Проводи і троси	Модуль пружності, 10 ⁴ МПа	Температурний коефіцієнт лінійного подовження, 10 ⁻⁶ град ⁻¹	Межа міцності під час розтягування U^* , МПа, проводів і тросів у цілому
Алюмінієві	6,3	23,0	160
<i>Сталеалюмінієві з відношенням площ поперечного перерізу А/С:</i>			
20,27	7,04	21,5	210
16,87-17,82	7,04	21,2	220
11,51	7,45	21,0	240
8,04-7,67	7,70	19,8	270
6,28-5,99	8,25	19,2	290
4,36-4,28	8,90	18,3	340
2,43	10,3	16,8	460
1,46	11,4	15,5	565
0,95	13,4	14,5	690
0,65	13,4	14,5	780
3 нетермообробленого алюмінієвого сплаву	6,3	23,0	208
3 термообробленого алюмінієвого сплаву	6,3	23,0	285
<i>3 термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям з відношенням площ поперечних перерізів А/С:</i>			
1,71	11,65	15,83	620
1,46	12,0	15,5	650
Сталеві линви	18,5	12,0	1200**
Сталеві проводи	20,0	12,0	620
Захищені проводи	6,25	23,0	294
* Межу міцності під час розтягування U_p обчислюють як відношення розривного зусилля проводу (троса) P_p , нормованого державним стандартом або технічними умовами, до площі поперечного перерізу s_p , $U_p = P_p / s_p$. Для сталеалюмінієвих проводів $\delta_a = \delta_a + s_c$. ** Приймається за відповідними			

Захищати від вібрації рекомендується:

- проводи алюмінієві та з нетермообробленого алюмінієвого сплаву перерізом до 95 мм², з термообробленого алюмінієвого сплаву і сталеалюмінієві проводи перерізом алюмінієвої частини до 70 мм², сталеві троси перерізом до 35 мм² - гасниками вібрації петльового типу (демпфувальні петлі) або армованими спіральними прутами, протекторами, спіральними в'язками;
- проводи (троси) більшого перерізу - гасниками вібрації типу Стокбріджа;
- проводи ПЛЗ у місцях їх кріплення до ізоляторів - гасниками вібрації спірального типу з полімерним покриттям.

Гасники вібрації слід установлювати з обох боків прогону.

Для ПЛ, які проходять в особливих умовах (орографічно не захищені виходи з гірських ущелин, окремі прогони в місцевості типу IV тощо), а також проводів і тросів у прогонах довжиною понад 1500 м і незалежно від довжини прогону для проводів діаметром понад 38 мм і проводів з натягом за середньорічної температури понад 180 КН, захист від вібрацій слід виконувати за спеціальним проектом.

У табл. 2.5.19-2.5.21 тип місцевості приймають відповідно до 2.5.45.

Таблиця 2.5.19. Довжини прогонів для проводів і тросів, при яких необхідний захист від вібрації

Проводи і троси	Площа поперечного перерізу*, мм*	Прогони довжиною більше, м, у місцевості типу	
		I, II	III, IV
Сталеалюмінієві, з термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям і без нього, захищені проводи	35-95	80	95
	120-240	100	120
	300 і більше	120	145
Алюмінієві та з нетермообробленого алюмінієвого сплаву	50-95	60	95
	120-240	100	120
	300 і більше	120	145
Сталеві	25 і більше	120	145
<i>*Вказано перерізи алюмінієвої частини.</i>			

Таблиця 2.5.20. Механічні напруження, МПа, проводів і тросів за середньорічної температури $i_{ср}$ при якій необхідний захист від вібрації

Проводи, троси	Тип місцевості	
	I, II	III, IV
Сталеалюмінієві марок АС при А/С:		
0,65-0,95	Понад 70	Понад 85
1,46	*-60	*-70
4,29-4,39	*-45	*-55
6,0-8,05	*-40	*-45
11,5 і більше	*-35	*-40
Алюмінієві та з нетермообробленого алюмінієвого сплаву всіх марок	*-35	*-40
З термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям і без нього всіх	*-40	*-45
Сталеві всіх марок	*-170	->-195

Таблиця 2.5.21. Механічні напруження, МПа, розщеплених проводів і тросів з двох складників за середньорічної температури i_0 , за якої необхідний захист від вібрації

Проводи, троси	Тип місцевості	
	I, II	III, IV
Сталеалюмінієві марок АС при А/С:		
0,65-0,95	Понад 75	Понад 85
1,46	-*-65	-*-70
4,29-4,39	-*-50	->- 55
6,0-8,05	-*-45	->-50
11,5 і більше	-*-40	->-45
Алюмінієві та з нетермообробленого алюмінієвого сплаву всіх марок	-*-40	->-45
З термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям і без нього	->-45	->-50
Сталеві всіх марок	->-195	->-215

РОЗТАШУВАННЯ ПРОВОДІВ І ТРОСІВ ТА ВІДСТАНІ МІЖ НИМИ

2.5.95. Проводи на опорах ПЛ можна розташовувати горизонтально, вертикально або змішано. На ПЛ 35-110 кВ (крім ПЛЗ) з розташуванням проводів у кілька ярусів надається перевага схемі зі зміщенням проводів суміжних ярусів по горизонталі; в 4-6-му районах за ожеледдю та для ліній напругою понад 330 кВ фази рекомендується розміщувати горизонтально або за трикутником у разі розташування середньої фази вище або нижче від крайніх.

2.5.96. Відстані між проводами ПЛ (крім ПЛЗ), а також між проводами і тросами слід вибирати:

- за умовами роботи проводів ПЛ (тросів) у прогонах - відповідно до 2.5.97-2.5.100;

- за допустимими ізоляційними відстанями: між проводами - відповідно до 2.5.124; між проводами та елементами опори - відповідно до 2.5.123;

- за умовами захисту від грозових перенапруг - відповідно до 2.5.119 і 2.5.120.

Відстані між проводами, а також між проводами і тросами вибирають за стрілами провисання, які відповідають габаритному прогону; при цьому стріла провисання троса повинна бути не більшою, ніж стріла провисання проводу.

В окремих прогонах (не більше 10% загальної кількості), які отримано під час розміщення опор і які перевищують габаритні прогони не більше ніж на 25%, збільшувати відстані, обчислені для габаритного прогону, немає потреби.

Для прогонів, які перевищують габаритні більше ніж на 25%, відстані між проводами та між проводами і тросами слід перевіряти за формулами (2.5.22)-(2.5.25) та 2.5.99-2.5.101, при цьому вимоги табл. 2.5.22 і 2.5.23 можна не враховувати.

За різниці стріл провисання, конструкцій проводів та ізоляційних підвісів у різних фазах ПЛ додатково слід перевіряти відстані між проводами (тросами) в прогоні. Перевірку здійснюють за найбільш несприятливих статичних відхилень за розрахункового вітрового навантаження, направлено перпендикулярно до осі прогону даної ПЛ. При цьому відстані між проводами або проводами та

тросами в просвіті для умов найбільшої робочої напруги повинні бути не меншими від зазначених у 2.5.123 і 2.5.124.

2.5.97. НаПЛ (крім ПЛЗ) з підтримувальними ізоляційними підвісами в разі горизонтального розташування проводів мінімальну відстань між проводами в прогоні обчислюють за формулою:

а) напругою до 330 кВ:

$$C_l = 1,0 + \frac{L}{110} + 0,6 \sqrt{f} \quad (2.5.22)$$

де $C_{l\text{гор}}$ - відстань по горизонталі між невідхиленими проводами, м;

L - напруга ПЛ, кВ;

f - найбільша стріла провисання проводу за найвищої температури або під час ожеледі без вітру, яка відповідає габаритному прогону, м;

б) напругою 500 і 750 кВ:

$$C_l = 1,0 + \frac{L}{110} + 0,677 + 2g, \quad (2.5.23) \text{ } ^{\text{оп}} 150$$

де g - радіус розщеплення проводів у фазі, м.

2.5.98. На ПЛ (крім ПЛЗ) з підтримувальними ізоляційними підвісами в разі негоризонтального (змішаного або вертикального) розташування проводів відстань між проводами за умовами їх роботи в прогоні визначають:

1) на проміжних опорах при стрілах провисання до 16 м:

а) у районах з помірним галопуванням проводів (район 1, рис. 2.5.14) згідно з табл. 2.5.22. При цьому в 1, 2-му районах за ожеледдю додаткова перевірка за умовами ожеледі не вимагається.

У 3-6-му районах за ожеледдю відстань між проводами, визначена за табл. 2.5.22, підлягає додатковій перевірці за формулою:

$$d_{\text{ж}} = 1,0 + \frac{U}{110} + 0,6 \sqrt{f} + 0,15V$$

де $d_{\text{ж}}$ - відстань між невідхиленими проводами, м;

U - напруга ПЛ, кВ;

f - найбільша стріла провисання проводу за найвищої температури або під час ожеледі без вітру, яка відповідає габаритному прогону, м;

V - відстань між проводами по вертикалі, м.

З двох значень відстаней, визначених за табл. 2.5.22 і за формулою (2.5.24), необхідно приймати більшу;

б) у районах з інтенсивним галопуванням проводів - за табл. 2.5.23 без додаткової перевірки за умовами ожеледі;

в) при виборі розташування проводів і відстаней між ними за умовами галопування проводів для ліній або їх частин, які проходять у районі з інтенсивним галопуванням проводів, але захищених від поперечних вітрів рельєфом місцевості, лісовими масивами, будівлями або спорудами, висота яких не менша ніж 2/3 висоти опор, рекомендується приймати район з помірним галопуванням.

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ

Таблиця 2.5.22. Найменше зміщення проводів суміжних ярусів по горизонталі на проміжних опорах у районі з помірним галопуванням проводів

Напруга ПЛ, кВ	Відстань по вертикалі, м	Зміщення суміжних проводів по горизонталі, м, іл провисання, м							
		4	5	6	8	10	12	14	16
35	2,5	0,70	0,70	1,00	1,60	2,00	2,30	2,50	2,60
	3,0	0,70	0,70	0,70	1,30	1,80	2,15	2,35	2,55
	3,5	0	0,70	0,70	1,00	1,70	2,10	2,30	2,50
	4,0	0	0,70	0,70	0,70	1,50	2,00	2,20	2,45
	4,5	0	0	0,70	0,70	1,10	1,80	2,10	2,40
	5,0	0	0	0	0,70	0,70	1,60	2,00	2,30
	5,5	0	0	0	0,70	0,70	1,00	1,90	2,25
	6,0	0	0	0	0	0,70	0,70	1,60	2,10
	6,5	0	0	0	0	0	0,70	1,10	1,90
	7,0	0	0	0	0	0	0,70	0,70	1,60
110	3,0	1,20	1,20	1,20	1,70	2,20	2,40	2,65	2,80
	3,5	1,20	1,20	1,20	1,50	2,00	2,40	2,60	2,70
	4,0	0	1,20	1,20	1,20	1,70	2,20	2,50	2,65
	4,5	0	0	1,20	1,20	1,50	2,00	2,40	2,60
	5,0	0	0	0	1,20	1,20	1,80	2,30	2,50
	5,5	0	0	0	1,20	1,20	1,50	2,10	2,45
	6,0	0	0	0	0	1,20	1,20	1,90	2,30
	6,5	0	0	0	0	0	1,20	1,60	2,10
	7,0	0	0	0	0	0	1,20	1,20	2,00
150	3,5	1,50	1,50	1,50	1,50	2,10	2,50	2,70	2,85
	4,0	0	1,50	1,50	1,50	1,90	2,30	2,60	2,80
	4,5	0	0	1,50	1,50	1,60	2,20	2,50	2,75
	5,0	0	0	0	1,50	1,50	2,00	2,40	2,70
	5,5	0	0	0	1,50	1,50	1,60	2,20	2,60
	6,0	0	0	0	0	1,50	1,50	2,00	2,50
	6,5	0	0	0	0	0	1,50	1,70	2,30
	7,0	0	0	0	0	0	1,50	1,50	2,10
220	5,0	0	0	2,00	2,00	2,00	2,30	2,70	3,00
	5,5	0	0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,60	2,80
	6,0	0	0	0	0	2,00	2,00	2,40	2,70
	6,5	0	0	0	0	0	2,00	2,20	2,60
	7,0	0	0	0	0	0	2,00	2,00	2,35
330	5,5	0	0	2,50	2,50	2,70	3,05	3,30	3,65
	6,0	0	0	0	2,50	2,60	2,95	3,25	3,60
	6,5	0	0	0	0	2,50	2,85	3,15	3,55
	7,0	0	0	0	0	2,50	2,70	3,10	3,50
	7,5	0	0	0	0	2,50	2,50	3,00	3,45
	8,0	0	0	0	0	2,50	2,50	2,90	3,40
	8,5	0	0	0	0	2,50	2,50	2,80	3,20

Таблиця 2.5.23. Найменше зміщення проводів суміжних ярусів по горизонталі на проміжних опорах у районі з інтенсивним галоцупуванням проводів

Напруга ПЛ, кВ	Відстань по вертикалі, м	Зміщення суміжних проводів по горизонталі за анта м, габаритних стріл провисання лі,							
		4	5	6	8	10	12	14	16
35	3,0	0,70	1,25	1,55	2,05	2,35	2,65	2,95	3,20
	3,5	0	0,70	1,30	1,90	2,30	2,65	2,95	3,20
	4,0	0	0,70	0,70	1,70	2,20	2,60	2,90	3,20
	4,5	0	0	0,70	1,30	2,05	2,50	2,85	3,15
	5,0	0	0	0	0,70	1,80	2,35	2,75	3,10
	5,5	0	0	0	0,70	1,40	2,20	2,65	3,05
	6,0	0	0	0	0	0,70	1,90	2,50	2,95
	6,5	0	0	0	0	0,70	1,40	2,30	2,85
110	3,0	1,20	1,35	1,85	2,35	2,65	2,95	3,25	3,50
	3,5	1,20	1,20	1,50	2,20	2,60	2,95	3,25	3,50
	4,0	0	1,20	1,20	2,00	2,50	2,90	3,20	3,50
	4,5	0	0	1,20	1,65	2,35	2,80	3,15	3,45
	5,0	0	0	0	1,20	2,10	2,65	3,05	3,40
	5,5	0	0	0	1,20	1,70	2,50	2,95	3,35
	6,0	0	0	0	0	1,20	2,20	2,80	3,25
	6,5	0	0	0	0	1,20	1,70	2,60	3,15
150	3,5	1,50	1,50	1,70	2,30	2,80	3,10	3,35	3,60
	4,0	0	1,50	1,50	2,10	2,60	3,00	3,30	3,60
	4,5	0	0	1,50	1,75	2,45	2,90	3,25	3,55
	5,0	0	0	0	1,50	2,20	2,75	3,15	3,50
	5,5	0	0	0	1,50	1,80	2,60	3,05	3,45
	6,0	0	0	0	0	1,50	2,30	2,90	3,35
	6,5	0	0	0	0	0	1,80	2,70	3,25
	7,0	0	0	0	0	0	1,50	2,40	3,05
220	5,0	0	0	2,00	2,00	2,50	3,05	3,45	3,80
	5,5	0	0	2,00	2,00	2,10	2,90	3,35	3,75
	6,0	0	0	0	0	2,00	2,60	3,20	3,65
	6,5	0	0	0	0	2,00	2,10	3,00	3,55
	7,0	0	0	0	0	0	2,00	2,70	3,35
330	6,0	0	0	2,50	2,90	3,45	3,85	4,15	4,40
	6,5	0	0	2,50	2,70	3,35	3,80	4,10	4,40
	7,0	0	0	0	2,50	3,20	3,75	4,10	4,40
	7,5	0	0	0	2,50	3,05	3,65	4,05	4,40
	8,0	0	0	0	2,50	3,85	3,55	4,00	4,35
	8,5	0	0	0	2,50	2,50	3,40	3,90	4,30
	9,0	0	0	0	2,50	2,50	3,25	3,80	4,25
10,0	0	0	0	0	2,50	2,65	3,55	4,10	

2) на проміжних опорах зі стрілами провисання проводів понад 16 м відстань між проводами обчислюють за формулою (2.5.24);

3) на всіх опорах анкерного типу ПЛ 35-750 кВ відстань між проводами

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ

обчислюють за формулами (2.5.22), (2.5.23). При цьому найменше зміщення проводів суміжних ярусів по горизонталі, як правило, повинно бути не меншим за вказані в табл. 2.5.23;

4) на опорах ПЛ 35-330 кВ усіх типів горизонтальне зміщення проводів не вимагається, якщо відстань між проводами по вертикалі перевищує $0,8 \sqrt{l/250}$ для одиночних проводів і $+ 17/250$ - для проводів розщепленої фази.

У разі застосування засобів захисту ПЛ від галоупування проводів відстань між проводами допускається приймати за формулами (2.5.22) і (2.5.23), горизонтальне зміщення проводів суміжних ярусів - за табл. 2.5.24.

2.5.99. Відстань між тросом і проводом по вертикалі на опорах ПЛ 35-330 кВ з одним тросом визначають для габаритних прогонів за умов захисту від перенапруг і відповідно до вимог, зазначених у 2.5.119 і 2.5.120.

В окремих прогонах, довжина яких перевищує габаритні прогони, допускається використовувати опори з відстанями між проводами і тросами, вибраними за габаритними прогонами.

На опорах ПЛ 35-330 кВ з горизонтальним розташуванням проводів і з двома тросами горизонтальне зміщення між тросом і найближчим проводом повинне бути не менше ніж: 1 м - на ПЛ 35 кВ; 1,75 м - на ПЛ 110 кВ; 2 м - на ПЛ 150 кВ;

2,3 м - на ПЛ 220 кВ і 2,75 м - на ПЛ 330 кВ.

На проміжних опорах ПЛ 500 кВ і 750 кВ горизонтальне зміщення між тросом і найближчим проводом слід приймати за табл. 2.5.25.

Відстань від проводу до троса, якщо вони не зміщені по горизонталі на опорах анкерного типу ПЛ 35-750 кВ, повинна бути не меншою від прийнятої на проміжних опорах. Допускається зменшувати цю відстань не більше як на 25% за умови, що кількість анкерних опор не перевищує в середньому 0,5 на 1 км лінії.

Для забезпечення нормальної роботи проводів у прогоні великих переходів у разі розташування їх у різних ярусах відстані між суміжними ярусами проміжних перехідних опор висотою понад 50 м повинні бути не менше ніж:

Відстань, м	7,5	8	9	11	14	18
Горизонтальне зміщення,	2	2	2,5	3,5	5	7
М..... ПЛ напругою, кВ	35-110	150	220	330	500	750

На двоколових опорах великих переходів відстань між осями фаз різних кіл повинна бути не меншою ніж:

Відстань між осями фаз, м	8	9	10	12	15	19
ПЛ напругою, кВ	35-110	150	220	330	500	750

Горизонтальне зміщення грозозахисного троса від крайньої фази на великих переходах повинне бути не меншим за: 1,5 м - для напруги 110 кВ; 2,0 м - для 150 кВ; 2,5 м - для 220 кВ; 3,5 м - для 330 кВ; 4,0 м - для 500 і 750 кВ.

Таблиця 2.5Л4. Найменше зміщення проводів суміжних ярусів по горизонталі на опорах анкерного типу

Напруга ПЛ, кВ	Найменше зміщення, м, у районах за ожеледдю	
	1,2	3-6
10	0,4	0,6
35	0,5	0,7
110	0,7	1,2
150	1,0	1,5
220	1,5	2,0
330	2,0	2,5

Таблиця 2.5.25. Горизонтальне зміщення між проводом і тросом на проміжних опорах 500 кВ і 750 кВ

Відстань по вертикалі, м	Найменше зміщення проводів і тросів по горизонталі на проміжних опорах, м, за габаритних стріл провисання, м							
	500 кВ				750 кВ			
	10	12	14	16	12	16	20	24
9	2,5	3,5	4,0	4,5	3,5	4,5	5,5	6,0
10	2,0	3,0	4,0	4,0	3,5	4,5	5,5	6,0
11	2,0	2,0	3,0	3,5	3,0	4,0	5,0	5,5
12	2,0	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,5	5,0
14	-	-	-	-	3,0	3,5	3,5	4,0
16	-	-	-	-	3,0	3,0	3,0	3,0

2.5.100. НаПЛ 35 кВ і нижче із штировими та стрижневими ізоляторами при будь-якому розташуванні проводів відстань між ними за умовами їх зближення в прогоні повинна бути не меншою від значень, обчислених за формулою:

$$y_n = y_{el} + 0,6l, \quad (2.5.25)$$

де l - відстань між проводами відповідно до 2.5.124 для умов внутрішніх перенапруг, м;

l - стріла провисання за вищої температури після залишкової деформації проводу в прогоні, м.

При $l > 2$ відстань ($l_{ш}$) допускається визначати відповідно до 2.5.97 і 2.5.98.

Відстань між проводами на опорі і в прогоні ПЛЗ незалежно від розташування проводів на опорі та району за ожеледдю повинна бути не меншою за:

0,4 м - для ПЛЗ 6-10 кВ; 0,45 м - для ПЛЗ 20 кВ і 0,5 м - для ПЛЗ 35 кВ.

2.5.101. На двоколових опорах відстань між найближчими проводами різних класів за умовами роботи проводів у прогоні повинна задовольняти вимоги 2.5.97, 2.5.98, 2.5.102; при цьому зазначені відстані повинні бути не менше ніж: 2 м - для ПЛ до 20 кВ із штировими і 2,5 м з підвісними ізоляторами; 2,5 м - для ПЛ 35 кВ із стрижневими і 3 м з підвісними ізоляторами; 4 м - для ПЛ 110 кВ; 5 м - для ПЛ 150 кВ; 6 м - для ПЛ 220 кВ; 7 м - для ПЛ 330 кВ; 8,5 м - для ПЛ 500 кВ.

На двоколових опорах ПЛЗ відстань між найближчими проводами різних кіл повинна бути не меншою за 0,6 м для ПЛЗ із штировими ізоляторами і 1,5 м - для ПЛЗ з підвісними ізоляторами.

2.5.102. Проводи ПЛ різних напруг вище ніж 1 кВ можна підвішувати на спільних опорах.

Допускається підвішувати на спільних опорах проводи ПЛ до 10 кВ і до 1 кВ за дотримання таких умов:

- ПЛ до 1 кВ слід виконувати за розрахунковими умовами ПЛ вищої напруги;

- проводи ПЛ до 10 кВ слід розміщувати вище від проводів ПЛ до 1 кВ, причому відстань між найближчими проводами ПЛ різних напруг на опорі, а також всередині прогону за температури навколишнього середовища плюс 15 °С без вітру повинна бути не меншою за 2 м;

- кріплення проводів вищої напруги на штирових ізоляторах повинне бути подвійним.

У мережах до 35 кВ включно з ізолюваною нейтраллю, які містять відрізки спільного підвішування з ПЛ більш високої напруги, електромагнітний і електростатичний вплив останніх не повинен викликати зміщення нейтралі за нормального режиму мережі понад 15% фазної напруги.

До мереж із заземленою нейтраллю, які піддаються впливу ПЛ більш високої напруги, спеціальні вимоги стосовно наведеної напруги не висуваються.

Проводи ПЛЗ можна підвішувати на спільних опорах з проводами ПЛ 6-20 кВ, а також з проводами ПЛ і ПЛІ⁷ до 1 кВ.

Відстань по вертикалі між найближчими проводами ПЛЗ і ПЛ 6-20 кВ на спільній опорі і в прогоні за температури плюс 15 °С без вітру повинна бути не меншою за 1,5 м.

У разі підвішування проводів ПЛЗ 6-20 кВ і ПЛ до 1 кВ або ПЛІ на спільних опорах необхідно дотримуватися вимог:

- ПЛ до 1 кВ або ПЛІ необхідно виконувати за розрахунковими умовами ПЛЗ;

- проводи ПЛЗ 6-20 кВ необхідно розміщувати вище від проводів ПЛ до 1 кВ або ПЛІ;

- відстань по вертикалі між найближчими проводами ПЛЗ 6-20 кВ і проводами ПЛ до 1 кВ або ПЛІ на спільній опорі і в прогоні за температури плюс 15 °С без вітру повинна бути не меншою за 0,5 м для ПЛІ і 1,5 м - для ПЛ;

- кріплення проводів ПЛЗ 6-20 кВ на штирових ізоляторах слід виконувати посиленням.

ІЗОЛЯТОРИ І АРМАТУРА

2.5.103. На ПЛ 110 кВ і вище слід застосовувати підвісні ізолятори, допускається використовувати стрижневі ізолятори.

На ПЛ 35 кВ слід застосовувати підвісні або стрижневі ізолятори.

На ПЛ 20 кВ і нижче слід застосовувати:

1) на проміжних опорах - будь-які типи ізоляторів;

2) на опорах анкерного типу - підвісні ізолятори.

⁷ Тут і далі ПЛІ - повітряна лінія електропередавання з самоутримними ізолюваними проводами.

2.5.104. Вибір типу і матеріалу (скло, фарфор, полімерні матеріали) ізоляторів здійснюється з урахуванням кліматичних умов (температури та зволоження) і умов забруднення.

На ПЛ 330 кВ і вище рекомендується застосовувати, як правило, скляні ізолятори, а в умовах значного забруднення - полімерні ізолятори; на ПЛ 35-220 кВ - скляні, полімерні і фарфорові; слід віддавати перевагу скляним або полімерним ізоляторам.

На ПЛ, які проходять у особливо складних для експлуатації умовах (гори, болота тощо), на ПЛ, що споруджуються на двоколових і багатоколових опорах, на ПЛ, що живлять тягові підстанції електрифікованих залізниць, і на великих переходах незалежно від напруги необхідно застосовувати скляні або полімерні підвісні ізолятори.

2.5.105. Кількість підвісних і тип штирових, стрижневих ізоляторів для ПЛ вибирають відповідно до глави 1.9 ПУЕ.

2.5.106. Ізолятори та арматуру вибирають за навантаженнями в нормальних і аварійних режимах роботи ПЛ за кліматичних умов, зазначених у 2.5.76.

Зусилля від навантажень у ізоляторах і арматурі не повинні перевищувати значень руйнівних навантажень (механічних або електромеханічних для ізоляторів і механічних для арматури), установлених державними стандартами та технічними умовами і поділені на коефіцієнт надійності за матеріалом u_m .

2.5.107. Коефіцієнти надійності за матеріалом u_m для ізоляторів і арматури повинні бути не менше ніж:

1) у нормальному режимі:

- за найбільших навантажень2,5
- за середньорозрахункових навантажень для ізоляторів підтримувальних ізоляційних підвісів5,0
- за середньорозрахункових навантажень для ізоляторів натяжних ізоляційних підвісів.....6,0;

2) в аварійному режимі (2.5.108):

- для ПЛ 400-750 кВ.....2,0
- для ПЛ 330 кВ і нижче 1,8.

2.5.108. В розрахунковому аварійному режимі роботи дволанцюгових та багатоланцюгових підтримувальних і натяжних ізоляційних підвісів з механічною зв'язкою між ланцюгами ізоляторів необхідно приймати обрив одного ланцюга. При цьому розрахункові навантаження від проводів і тросів приймаються для кліматичних умов, зазначених у 2.5.76, у режимах, які дають найбільше значення навантажень, і не повинні перевищувати 90% механічного (електромеханічного) руйнівного навантаження необірваного ланцюга ізоляторів.

2.5.109. Кріплення проводів до підвісних ізоляторів і кріплення тросів слід виконувати за допомогою глухих підтримувальних або натяжних затискачів. На проміжних опорах великих переходів проводи і троси слід кріпити до них за допомогою глухих або спеціальних затискачів (наприклад, багатороликів підвісів).

2.5.110. Кріпити проводи до штирових ізоляторів слід за допомогою дротових в'язок або спеціальних затискачів (у тому числі затискачів з обмеженою міцністю затискання проводів).

2.5.111. Підтримувальні ізоляційні підвіси ПЛ 750 кВ повинні бути дволан-

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії? електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ 337
цюговими з окремим кріпленням ланцюгів до опори, а для проміжно-кутових опор 330 кВ і вище - дволанцюговими.

На ПЛ 110 кВ і вище в умовах важкодоступної місцевості, а також на великих переходах рекомендується використовувати дволанцюгові підтримувальні і натяжні ізоляційні підвіси з окремим кріпленням ланцюгів до опори.

2.5.112. Дво- і триланцюгові натяжні ізоляційні підвіси необхідно кріпити до опори окремо. Натяжні ізоляційні підвіси з кількістю ланцюгів більше ніж три допускається кріпити до опори не менше ніж у двох точках. При цьому для захисту проводів шлейфів (петель) від пошкоджень у разі ударів їх об арматуру на них слід встановлювати запобіжні муфти в місцях наближення проводів шлейфа до арматури ізоляційного підвісу.

На ПЛ 330 кВ і вище в натяжних ізоляційних підвісах з окремим кріпленням ланцюгів до опори слід передбачати механічне з'єднання між усіма ланцюгами підвісу, яке виконується з боку проводів. Крім цього, з боку прогону слід встановлювати екранну захисну арматуру.

У дволанцюгових підтримувальних ізоляційних підвісах ланцюги слід розташовувати вздовж осі ПЛ.

Конструкція натяжних ізоляційних підвісів розщеплених фаз і вузли кріплення до опори повинні забезпечувати окремий монтаж кожного проводу розщепленої фази.

2.5.113. В одному прогоні ПЛ допускається не більше одного з'єднання на кожний провід і трос.

У прогонах перетину ПЛ з вулицями (проїздами), інженерними спорудами, згаданими в 2.5.190-2.5.225, 2.5.240-2.5.248, водними просторами одне з'єднання на кожний провід (трос) допускається:

- для сталевих проводів перерізом за алюмінієм 240 мм² і більше;
- для сталевих тросів перерізом 120 мм² і більше;
- для фази, розщепленої на три сталевих проводів з перерізом за алюмінієм 150 мм² і більше.

Не допускається з'єднання проводів (тросів) у прогонах перетину ПЛ між собою на перетинаючих (верхніх) ПЛ, а також у прогонах перетину ПЛ з надземними і наземними трубопроводами для транспортування горючих рідин і газів.

2.5.114. Міцність затискання проводів і тросів у з'єднувальних і натяжних затискачах повинна становити не менше 90% розривного зусилля проводів і канатів під час розтягування.

ЗАХИСТ ПЛ ВІД ПЕРЕНАПРУГ, ЗАЗЕМЛЕННЯ

2.5.115. ПЛ 110-750 кВ з металевими і залізобетонними опорами слід захищати від прямих ударів блискавки тросами. ПЛ з дерев'яними опорами, як правило, не повинні захищатися тросами.

2.5.116. Захист ПЛ 35 кВ від прямих ударів блискавки виконують тільки на підходах до підстанцій. На перехідних опорах великих переходів слід встановлювати захисні апарати - вентиляльні розрядники (РВ), обмежувачі перенапруги нелінійні (ОПН), трубчасті розрядники (РТ) та іскрові проміжки (ІП). Розмір ІП рекомендується приймати відповідно до глави 4.2. У разі збільшення кількості ізоляторів електричну міцність ІП слід скоординувати з електричною міцністю ізоляційних підвісів залежно від висоти опори.

На опорах ПЛЗ 6-35 кВ рекомендується забезпечувати захист проводів від дії дуги супровідного струму в разі грозового перекриття ізоляторів.

2.5.117. Захист підходів ПЛ до підстанцій слід виконувати відповідно до вимог глави 4.2.

2.5.118. Ізоляційні підвіси одиночних металевих і залізобетонних опор, а також крайніх опор відрізків ПЛ з такими опорами, та інші місця з послабленою ізоляцією на ПЛ з дерев'яними опорами слід захищати захисними апаратами.

2.5.119. У разі виконання захисту ПЛ тросами від грозових перенапруг необхідно керуватися такими настановами:

1) одноствоякові металеві та залізобетонні опори з одним тросом повинні мати кут захисту не більше ніж 30° , а опори з двома тросами - не більше ніж 20° ;

2) на металевих опорах з горизонтальним розміщенням проводів і з двома тросами кут захисту відносно зовнішніх проводів для ПЛ 110-330 кВ повинен бути не більше ніж 20° , для ПЛ 500 кВ - не більше ніж 25° , для ПЛ 750 кВ - не більше ніж 22° . У районах за ожеледдю 3 і більше і в районах з інтенсивним галопуванням проводів для ПЛ 110-330 кВ допускається кут захисту до 30° ;

3) на залізобетонних і дерев'яних опорах порталного типу кут захисту відносно крайніх проводів допускається не більше ніж 30° ;

4) у разі захисту ПЛ двома тросами відстань між ними на опорі повинна бути не більшою за 5-кратну відстань по вертикалі від тросів до проводів, а якщо висота підвісу тросів на опорі більша за 30 м, відстань між тросами повинна бути не більшою за 5-кратну відстань по вертикалі між тросом і проводом на опорі, помножену на коефіцієнт, що дорівнює $5,5/\sqrt{A}$, де A - висота підвісу троса на опорі;

5) на великих переходах:

- кількість тросів повинна бути не меншою за два з кутом захисту не більше ніж 20° ;

- у разі розташування переходу за межами довжини захисного підходу ПЛ до РП і підстанцій з підвищеним захисним рівнем у районах за ожеледдю 3 і більше, а також у районах з інтенсивним галопуванням проводів кут захисту допускається до 30° ;

- горизонтальне зміщення троса від центра крайньої фази повинне бути не меншим за: 1,5 м - для ПЛ 110 кВ; 2 м - для ПЛ 150 кВ; 2,5 м - для ПЛ 220 кВ; 3,5 м - для ПЛ 330 кВ і 4 м - для ПЛ 500-750 кВ. На переходах з прогонами довжиною понад 1000 м або висотою опор вище 100 м рекомендується встановлювати захисні апарати (2.5.116).

2.5.120. Відстані по вертикалі між тросом і проводом ПЛ всередині прогону без урахування відхилення їх вітром за умовами захисту від грозових перенапруг повинні бути не меншими від поданих у табл. 2.5.26 і не меншими від відстані по вертикалі між тросом і проводом на опорі.

Кріплення тросів на всіх опорах ПЛ 220-750 кВ потрібно виконувати за допомогою ізоляторів, які шунтуються ПІ розміром, не меншим ніж 40 мм.

На кожному анкерному відрізку довжиною до 10 км троси повинні бути заземленими в одній точці шляхом влаштування спеціальних перемичок на анкерній опорі. За більшої довжини анкерних прогонів кількість точок заземлення в прогоні вибирається такою, щоб у разі найбільшого значення повздовжньої електрорушійної сили, яка наводиться в тросі під час короткого

Ізольоване кріплення троса рекомендується виконувати скляними підвісними ізоляторами.

Таблиця 2.5.26. Найменші відстані між тросом і проводом всередині прогону

Довжина прогону, м	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1500
Найменша відстань між тросом і проводом ПО	2,0	3,2	4,0	5,5	7,0	8,5	10,0	11,5	13,0	14,5	16,0	18,0	21,0
Примітка. Для проміжних значень довжин прогонів відстані визначають за допомогою лінійної інтерполяції.													

На підходах ПЛ 220-330 кВ до підстанцій (на відрізках довжиною 1-3 км) і ПЛ 500-750 кВ (на відрізках довжиною 3-5 км), якщо троси не використовуються для ємнісного відбору, плавлення ожеледі або зв'язку, їх необхідно заземлювати на кожній опорі.

На ПЛ150 кВ і нижче, якщо не передбачені плавлення ожеледі або організація каналів високочастотного зв'язку на тросі, ізолювальне кріплення троса слід виконувати тільки на металевих або залізобетонних анкерних опорах.

На відрізках ПЛ з неізолювальним кріпленням троса і струмом КЗ на землю, який перевищує 15 кА, а також на підходах до підстанцій заземлення троса слід виконувати з установленням перемички, яка шунтує затискач.

У разі використання тросів для влаштування каналів високочастотного зв'язку їх ізолюють від опор на всій довжині каналів високочастотного зв'язку і заземлюють на підстанціях і підсилювальних пунктах через високочастотні загороджувачі.

Кількість ізоляторів у підтримувальному тросовому кріпленні повинна бути не меншою за два і визначатися умовами забезпечення належної надійності каналів високочастотного зв'язку. Кількість ізоляторів у натяжному тросовому кріпленні слід приймати подвоєною порівняно з кількістю ізоляторів у підтримувальному тросовому кріпленні. Для кріплення тросів на великих переходах кількість ізоляторів слід збільшувати на два. При цьому руйнівне механічне навантаження ізоляторів повинне становити не менше ніж 120 кН.

Ізолятори, на яких підвішено трос, слід шунтувати іскровим проміжком. Розмір ПЛ вибирають мінімально можливим за таких умов:

1) розрядна напруга III повинна бути нижче розрядної напруги ізоляційного тросового кріплення не менше ніж на 20%;

2) III не повинен перекриватися в разі однофазного КЗ на землю на інших опорах;

3) у разі перекриття III від грозових розрядів має відбуватись самопогашення дуги супровідного струму промислової частоти.

На ПЛ 500-750 кВ для покращення самопогашення дуги супровідного струму промислової частоти і зниження втрат електроенергії рекомендується виконувати схрещення тросів.

Якщо на тросах ПЛ передбачене плавлення ожеледі, то ізоляційне кріплення тросів виконується на всій ділянці плавлення. В одній точці ділянки плавлення троси заземлюють за допомогою спеціальних перемичок. Тросові ізолятори шунтують III, які повинні бути мінімальними, витримувати напругу плавлення і мати розрядну напругу тросового підвісу. Розмір III повинен забезпечувати самопогашення дуги супровідного струму промислової частоти в разі його перекриття під час КЗ або грозових розрядів.

2.5.121. НаПЛ з дерев'яними опорами порталного типу відстань між фазами по дереву повинна бути не меншою за: 3 м - для ПЛ 35 кВ; 4м - для ПЛ 110 кВ;

4,8 м - для ПЛ 150 кВ; 5м - для ПЛ 220 кВ.

В окремих випадках для ПЛ 110-220 кВ за наявності обґрунтувань (невеликі струми КЗ, райони із слабкою грозовою діяльністю тощо) допускається зменшувати вказані відстані до значення, рекомендованого для ПЛ напругою на ступінь нижче.

На одностоякових дерев'яних опорах допускаються такі відстані між фазами по дереву: 0,75 м - для ПЛ 3-20 кВ; 2,5 м - для ПЛ 35 кВ за умов дотримання відстаней у прогоні згідно з формулою (2.5.25).

Використання металевих траверс на дерев'яних опорах ПЛ 6-20 кВ не рекомендується за умов грозозахисту.

2.5.122. Кабельні вставки в ПЛ повинні бути захищені на обох кінцях кабелю від грозових перенапруг захисними апаратами. Заземлювальний затискач захисних апаратів, металеві оболонки кабелю, корпус кабельної муфти слід з'єднувати між собою найкоротшим шляхом. Заземлювальний затискач захисного апарату слід з'єднувати із заземлювачем окремим провідником.

Не потребують захисту від грозових перенапруг:

1) кабельні вставки 35-220 кВ довжиною 1,5 км і більше в ПЛ, які захищені тросами;

2) кабельні вставки в ПЛ напругою до 20 кВ, виконані кабелями з пластмасовою ізоляцією і оболонкою, довжиною 2,5 км і більше і кабелями інших конструкцій довжиною 1,5 км і більше.

2.5.123. Для ПЛ, які проходять на висоті до 1000 м над рівнем моря, ізоляційні відстані по повітрю від проводів і арматури, що перебуває під напругою, до заземлених частин опор повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.27. Допускається зменшувати ізоляційні відстані за грозовими перенапругами, зазначеними в табл. 2.5.27, за умови зниження загального рівня грозостійкості ПЛ не більше ніж на 20%. Для ПЛ 750 кВ, які проходять на висоті до 500 м над рівнем моря, відстані, зазначені в табл. 2.5.27, можна зменшувати на 10% для проміжку «провід шлейфа - стояк анкерно-кутової опори», «провід - відтяжка» і на 5% - для решти проміжків. Найменші ізоляційні відстані за

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії? електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ 341
 внутрішніми перенапругами подано для таких значень розрахункової кратності:
 4,5 - для ПЛ 6-10 кВ;
 3,5 - для ПЛ 20-35 кВ; 3,0 - для ПЛ 110-220 кВ; 2,7 - для ПЛ 330 кВ; 2,5 - для ПЛ
 500 кВ і 2,1 - для ПЛ 750 кВ.

За інших, більш низьких значень розрахункової кратності внутрішніх пере-
 напруг, допустимі ізоляційні відстані перераховують пропорційно.

Ізоляційні відстані по повітрю між струмопровідними частинами і
 дерев'яною опорою, яка не має заземлювальних спусків, допускається
 зменшувати на 10%, за винятком відстаней, які вибирають за умовою безпечного
 підйому на опору.

Таблиця 2.527. Найменші ізоляційні відстані по повітрю (у просвіті) від струмо-
 провідних до заземлених частин опори

Розрахункова умова	Найменша ізоляційна відстань, см, для ПЛ напругою, кВ								
	до 10	20	35	100	150	220	330	500	750
Грозові перенапруги для ізоляторів:									
- штирових	15	25	35	-	-				
- підвісних	20	35	40	100	130	180	260	320	Не нормується
Внутрішня перенапруга	10	15	30	80	110	160	215	300	450/500*
Безпечний підйом на опору без вимкнення ПЛ	-	-	150	150	200	250	350	450	540/580*
Робоча напруга	-	7	10	25	35	55	80	115	160

* У знаменнику - проміжок «провід шлейфа - стовп анкерно-кутової
 опори», у чисельнику - усі проміжки, крім проміжку «провід - опора* для
 середньої фази, який повинен бути не меншим за 480 см.

У разі проходження ПЛ у гірських районах найменші ізоляційні відстані за
 робочою напругою та внутрішніми перенапругами слід збільшувати порівняно із
 зазначеними в табл. 2.5.27 на 1% на кожні 100 м вище 1000 м над рівнем моря.

Для безпечного переміщення обслуговуючого персоналу по траверсах
 перехідних опор на великих переходах з розміщенням фаз у різних ярусах
 найменша припустима ізоляційна відстань по повітрю від струмопровідних до
 заземлених частин опор повинна бути не меншою за 3,3 м - для ПЛ до 110 кВ;
 3,8 м - для ПЛ 150 кВ; 4,3 м - для ПЛ 220 кВ; 5,3 м - для ПЛ 330 кВ; 6,3 м - для ПЛ
 500 кВ; 7,6 м - для ПЛ 750 кВ.

2.5.124. Найменші відстані на опорі між проводами ПЛ у місці їх перетину
 між собою в разі транспозиції, відгалужень, переходу з одного розміщення
 проводів на інше повинні бути не меншими від вказаних у табл. 2.5.28.

2.5.125. Додаткові вимоги до захисту від грозових перенапруг ПЛ у разі їх
 перетину між собою і перетину ними різних споруд наведено в 2.5.188, 2.5.196,
 2.5.225.

2.5.126. На двоколових ПЛ 110 кВ і вище, захищених тросом, для зменшення кількості міжколових грозових перекриттів допускається посилювати ізоляцію одного з кіл на 20-30% порівняно з ізоляцією другого кола.

Таблиця 2.5.28. Найменша відстань між фазами на опорі

Розрахункова умова	Найменша ізоляційна відстань, см. для ПЛ напругою, кВ								
	до 10	20	35	110	150	220	330	500	750
Грозові перенапруги	20	45	50	135	175	250	310	400	Не нормується
Внутрішні перенапруги	22	33	44	100	140	200	280	420	640*
Робоча напруга	10	15	20	45	60	95	140	200	280

** Якщо значення розрахункової кратності перенапруг менші ніж 2,1, допустимі ізоляційні відстані перераховують пропорційно.*

2.5.127. На ПЛ слід заземлювати:

1) опори, які мають грозозахисний трос або інші пристрої блискавкозахисту;

2) залізобетонні і металеві опори ПЛ 3-35 кВ;

3) опори, на яких встановлено силові або вимірювальні трансформатори, роз'єднувачі, запобіжники та інші апарати.

Дерев'яні опори та дерев'яні опори з металевими траверсами ПЛ без грозозахисних тросів або інших пристроїв блискавкозахисту не заземлюють.

Опір заземлювальних пристроїв опор, зазначених у підпункті 1), за їх висоти до 50 м не повинен бути більшим від вказаного в табл. 2.5.29; за висоти опор понад 50 м - у два рази меншим порівняно з вказаним у табл. 2.5.29. На двоколових і багатоколових опорах ПЛ, незалежно від висоти опори, рекомендується зменшувати опір заземлювальних пристроїв у два рази порівняно із вказаним у табл. 2.5.29.

Опір заземлювального пристрою опор великих переходів із захисними апаратами не повинен бути більше ніж 10 Ом за питомого опору землі до 1000 Ом-м і не більше ніж 15 Ом - за більш високого питомого опору.

Допускається перевищувати опори заземлення частини опор порівняно з нормованими значеннями, якщо є опори з заниженими значеннями опорів заземлювальних пристроїв, а очікувана кількість грозових вимкнень не перевищує значень, отриманих згідно з табл. 2.5.29 для всіх опор ПЛ.

Для опор гірських ПЛ, розміщених на висоті понад 700 м над рівнем моря, вказані в табл. 2.5.29 значення опорів заземлювальних пристроїв можна збільшувати у два рази.

Питомий еквівалентний опір ґрунту ρ , Ом*м	Найбільший опір заземлювального пристрою, Ом
До 100	10
Більше 100 до 500	15
Більше 500 до 1000	20
Більше 1000 до 5000	30
Більше 5000	6-10*0

Опір заземлювальних пристроїв опор, зазначених у підпункті 2) для ПЛ 3—20 кВ, які проходять у населеній місцевості, і опор, які обмежують прогін перетину з інженерними спорудами (ПЛ, трубопроводи тощо), а також усіх ПЛ 35 кВ не повинен бути більшим від вказаного в табл. 2.5.29; для опор ПЛ 3-20 кВ, які проходять у ненаселеній місцевості, опір можна не нормувати і забезпечувати природною провідністю залізобетонних фундаментів і підземної частини опор у ґрунтах з питомим опором ρ до 500 Ом*м - для ПЛ 3 кВ, до 1000 Ом*м - для ПЛ 6-10 кВ і до 1500 Ом*м - для ПЛ 5-20 кВ. У ґрунтах з опором, більшим ніж вищевказаний, опори ПЛ 3-20 кВ у ненаселеній місцевості повинні додатково мати штучні заземлювачі з опором не більше ніж 250 Ом, 500 і 750 Ом відповідно для ПЛ 3 кВ, 6-10 і 15-20 кВ (2.5.130).

Опір заземлювальних пристроїв опор ПЛ, зазначених у підпункті 3) для ПЛ 110 кВ і більше, не повинен бути більшим від вказаного в табл. 2.5.29, а для ПЛ 3-35 кВ повинен відповідати вимогам 1.7.98 і 1.7.101.

Для ПЛ, захищених тросами, опір заземлювальних пристроїв, виконаних за умовами блискавкозахисту, слід забезпечувати тоді, коли від'єднаний трос, а за іншими умовами - коли невід'єднаний.

Опір заземлювальних пристроїв опор ПЛ слід забезпечувати і вимірювати за струмів промислової частоти в період їх найбільших значень у сухий період літа. Допускається вимірювати опір у інші періоди з коригуванням результатів вимірювань уведенням сезонного коефіцієнта, який визначається в проектній документації. Однак не слід вимірювати опір у період, коли на значення опору заземлювальних пристроїв суттєво впливає промерзання ґрунту.

Місце приєднання заземлювального пристрою до залізобетонної опори повинне бути доступним для виконання вимірювань без підняття на опору.

2.5.128. Залізобетонні фундаменти опор ПЛ 110 кВ і вище можна використовувати як природні заземлювачі (винятки - 2.5.129 і 2.5.211) у разі здійснення металічного зв'язку між анкерними болтами та арматурою фундаменту і за відсутності гідроізоляції залізобетону полімерними матеріалами.

Бітумна обмазка на залізобетонних опорах і фундаментах не впливає на їх використання як природних заземлювачів.

2.5.129. У разі проходження ПЛ 110 кВ і вище в місцевості з глинистими, су-глинистими, супіщаними і подібними ґрунтами з питомим опором $\rho < 1000$ Ом*м,

слід використовувати арматуру залізобетонних фундаментів і опор як природні заземлювачі без додаткового укладання або в поєднанні з укладанням штучних заземлювачів. У ґрунтах з $\rho > 1000 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ необхідне значення опору заземлювального пристрою слід забезпечувати тільки штучними заземлювачами.

2.5.130. Необхідний опір заземлювальних пристроїв опор ПЛ 35 кВ і опор ПЛ 3-20 кВ, який визначають згідно з табл. 2.5.29, повинен забезпечуватися використанням штучних заземлювачів, а природну провідність фундаментів і підземних частин опор під час розрахунків враховувати немає потреби.

Використовувати природну провідність підземної частини залізобетонних опор ПЛ 3-20 кВ у ненаселеній місцевості як природні заземлювачі з ненормованим опором без додаткового укладання або в поєднанні з укладанням штучного заземлювача (2.5.127, пункт 2) можна за умови металічного зв'язку між стержнями поздовжньої арматури, яка знаходиться в підземній частині стоеків опори, заземлювальними провідниками і штучним заземлювачем, якщо він є.

Вертикальні штучні заземлювачі слід встановлювати на відстані не ближче ніж 0,5 м від стоеків опори.

За наявності в мережах 3-20 кВ опор із заземлювальними пристроями, опір яких перевищує вказані в табл. 2.5.29 значення, час замикання на землю повинен бути обмеженим за умов термічної стійкості заземлювачів. Граничне його значення повинне визначатися для кожної окремої мережі залежно від її номінальної напруги, емісного струму замикання на землю і найбільшого значення ґрунтів, по яких проходять ПЛ.

У тих випадках, коли граничного часу замикання на землю недостатньо для пошуку місця пошкодження, на шинах живильної підстанції рекомендується встановлювати пристрій шунтування пошкодженої фази.

2.5.131. Для заземлення залізобетонних опор як заземлювальні провідники (заземлювальні спуски) необхідно використовувати елементи напруженої і ненапруженої поздовжньої арматури стоеків, які металічно з'єднано між собою і які можна приєднувати до заземлювача і елементів опори, що підлягають заземленню.

Елементи арматури, які використовують як заземлювальні провідники і природні заземлювачі, повинні задовольняти термічну стійкість у разі протікання струмів короткого замикання (КЗ). За час КЗ стержні не повинні нагріватися більше ніж на 60 °С.

Відтяжки залізобетонних опор слід використовувати як заземлювальні провідники додатково до арматури.

За неможливості виконання попередніх умов необхідно поза стоеком або всередині його прокладати провідник. У разі прокладання провідника на опорах ПЛ 3-20 кВ і неможливості металічного з'єднання його з арматурою, яка знаходиться в підземній частині опори (2.5.130), провідник слід приєднувати до штучного заземлювача з опором, не більшим ніж вказаний у табл. 2.5.29, незалежно від того, по якій місцевості проходять ПЛ.

Троси, які заземлюють згідно з 2.5.120, і деталі кріплення ізоляторів до траверси залізобетонних опор повинні бути металеві з'єднані із заземлювальним провідником.

2.5.132. Переріз кожного із заземлювальних спусків на опорі ПЛ не повинен

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії? електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ 345
бути менше ніж 35 мм^2 , а діаметр для однодротових провідників не повинен бути менше ніж 10 мм (переріз $78,5 \text{ мм}^2$). Кількість спусків на опорах ПЛ 110 кВ і вище не повинна бути меншою за два. Як спуск на залізобетонних опорах ПЛ 35 кВ і вище треба використовувати арматуру цих опор.

Для районів із середньорічною відносною вологістю повітря 60% і більше, а також у разі середньо- і сильноагресивних ступенів впливу середовища заземлювальні спуски в місці їх входу в ґрунт слід захищати від корозії відповідно до вимог будівельних норм.

У разі небезпеки корозії заземлювачів слід збільшувати їх переріз або використовувати оцинковані заземлювачі.

На дерев'яних опорах рекомендується болтове з'єднання заземлювальних спусків; на металевих і залізобетонних опорах з'єднання заземлювальних спусків може бути як болтовим, так і зварним.

2.5.133. Заземлювачі опор ПЛ, як правило, повинні знаходитися на глибині не менше 0,5 м, а в орній землі - 1 м. У випадку встановлення опор у скельних ґрунтах допускається прокладати променеві заземлювачі безпосередньо під розбірним шаром над скельними породами за товщини шару не менше ніж 0,1 м. За меншої товщини цього шару або за його відсутності прокладати заземлювачі по поверхні скелі рекомендується із заливанням їх цементним розчином.

ОПОРИ І ФУНДАМЕНТИ

2.5.134. Опори ПЛ поділяються на два основних види: анкерні опори, які повністю сприймають натяг проводів і тросів у суміжних з опорою прогонах, і проміжні, які не сприймають натяг проводів або сприймають його частково. На базі анкерних опор можна виконувати кінцеві і транспозиційні опори. Проміжні й анкерні опори можуть бути прямими і кутовими.

Залежно від кількості електричних кіл, проводи яких підвішують на опорах, останні поділяються на одноколові, двоколові і багатокілові.

Опори можна виконувати вільностоячими або з відтяжками.

Проміжні опори можуть бути гнучкої і жорсткої конструкції; анкерні опори повинні бути жорсткими. Допускається застосовувати анкерні опори гнучкої конструкції для ПЛ до 35 кВ.

До опор жорсткої конструкції відносяться опори, відхилення вершини яких (без урахування повороту фундаментів) під час впливу розрахункових навантажень за другою групою граничних станів не перевищує $1/100$ висоти опори. Опори, вершини яких відхиляються більше ніж на $1/100$ їх висоти, відносяться до опор гнучкої конструкції.

Опори анкерного типу можуть бути нормальної і полегшеної конструкції (див. 2.5.80).

На ПЛ 330-750 кВ рекомендується застосовувати металеві опори. Нові конструкції опор ПЛ цих напруг до введення їх у серійне виробництво повинні проходити випробування за вимогами чинних стандартів.

2.5.135. Анкерні опори слід застосовувати в місцях, які визначаються умовами роботи на ПЛ під час їх спорудження та експлуатації, а також умовами роботи конструкції опори.

На ПЛ 35 кВ і вище з підвісним кріпленням проводів відстань між анкер-

ними опорами повинна бути не більшою за 10 км, а на ПЛ, які проходять у важкодоступній місцевості і в місцевості з особливо складними природними умовами, - не більшою 5 км.

На ПЛ 35 кВ і нижче з проводами, закріпленими на штирових (стрижневих) ізоляторах, відстань між анкерними опорами не повинна перевищувати 1,5 км у районах за ожеледдю 1-3 і 1 км - у районах за ожеледдю 4 і більше.

На ПЛ 20 кВ і нижче з підвісними ізоляторами відстань між анкерними опорами не повинна перевищувати 3 км.

На ПЛ, які проходять по гірській або сильно пересіченій місцевості в районах за ожеледдю 3 і більше, рекомендується встановлювати опори анкерного типу на перевалах і в інших точках, які різко піднімаються над навколишньою місцевістю.

2.5.136. Конструкції опор на вимкненій ПЛ, а на ПЛ 110 кВ і вище і за наявності на ній напруги повинні забезпечувати:

- 1) здійснення їх технічного обслуговування та ремонтних робіт;
- 2) зручний і безпечний підйом персоналу на опору від рівня землі до вершини опори і його переміщення по елементах опори (стояках, траверсах, тросостояках, підкосах тощо).

На опорі та її елементах слід передбачати можливість кріплення спеціальних пристроїв і пристосувань для виконання експлуатаційних і ремонтних робіт.

2.5.137. Для підйому персоналу на опору повинні бути передбачені такі заходи:

1) на кожному стояку металевих опор висотою до 20 м за відстаней між точками кріплення решітки до поясів стояка понад 0,6 м або за нахилу решітки до горизонталі більше 30°, а для опор висотою від 20 до 50 м - незалежно від відстаней між точками решітки і кута її нахилу - слід виконувати спеціальні сходишки (степ-болти) на одному поясі або сходишки без огорожі, які доходять до відмітки верхньої траверси.

Конструкція тросостояка на цих опорах повинна забезпечувати зручний підйом або мати спеціальні сходишки (степ-болти);

2) на кожному стояку металевих опор висотою понад 50 м слід встановлювати сходишки з огорожею, які доходять до вершини опори. При цьому через кожні 15 м по вертикалі слід виконувати площадки (трапи) з огорожами. Трапи з огорожами слід виконувати також на траверсах цих опор. На опорах із шпренгельними траверсами слід забезпечувати можливість триматися за тягу під час переміщення по траверсі;

3) на залізобетонних опорах будь-якої висоти слід забезпечувати можливість підйому на нижню траверсу з телескопічних вишок, по інвентарних драбинах або за допомогою спеціальних інвентарних піднімальних пристроїв. Для підйому по залізобетонному центрифугованому стояку вище нижньої траверси на опорах ПЛ 35-750 кВ слід передбачати стаціонарні лази (сходишки без огорож тощо).

Для підйому по залізобетонному віброваному стояку ПЛ 35 кВ і нижче, на якому встановлено силові або вимірювальні трансформатори, роз'єднувачі, або інші апарати, слід передбачати можливість кріплення інвентарних драбинок або спеціальних інвентарних піднімальних пристроїв. На залізобетонні вібровані стояки, на яких вищезазначене електроустаткування не встановлюється, ця вимога не поширюється.

Зручний підйом на тросостояки і металеві вертикальні частини стояків

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ 347
залізобетонних опор ПЛ 35 кВ і вище повинні забезпечувати їх конструкція або спеціальні сходи (степ-болти);

4) залізобетонні опори, які не допускають підйому по інвентарних драбинах або за допомогою спеціальних інвентарних підймальних пристроїв (опори з відтяжками або внутрішніми зв'язками, закріпленими на стояку нижче нижньої траверси тощо), слід забезпечувати стаціонарними сходами без огорож, які доходять до нижньої траверси. Вище від нижньої траверси слід монтувати пристрої, зазначені в підпункті 3) цього пункту.

РОЗТАШУВАННЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ НА ПЛ

2.5.138. Волоконно-оптичні кабелі рекомендується розміщувати на ПЛ 35 кВ і вище.

2.5.139. Вимоги 2.5.140-2.5.159 поширюються на розміщення на ПЛ оптичних кабелів таких типів:

- 1) ОКГТ - оптичний кабель, вбудований у грозозахисний трос;
- 2) ОКФП - оптичний кабель, вбудований у фазний провід;
- 3) ОКСН - оптичний кабель самоутримний неметалевий;
- 4) ОКНН - оптичний кабель неметалевий, який прикріплюють або навивають на грозозахисний трос чи фазний провід.

2.5.140. Усі елементи ВОЛЗ-ПЛ повинні відповідати умовам роботи ПЛ. У разі механічних розрахунків ВОЛЗ-ПЛ кліматичні умови повинні відповідати вимогам, прийнятим для повітряної лінії електропередавання. Якщо ВОЛЗ-ПЛ споруджується на існуючих ПЛ, необхідно перевіряти відповідність прийнятих кліматичних умов для ПЛ на час підвішування ОК. За більш жорстких кліматичних умов для ВОЛЗ-ПЛ останні необхідно враховувати під час реконструкції ПЛ, на якій вона споруджується.

2.5.141. Для спорудження конкретної лінії зв'язку допускається використовувати кілька ПЛ різної напруги, які збігаються за напрямком з її трасою.

2.5.142. У разі спорудження введів ОК на регенераційні пункти і вузли зв'язку енергооб'єктів на окремих самостійних опорах конструктивне виконання і вимоги до параметрів і характеристик введів визначають у проекті.

2.5.143. Елементи ВОЛЗ-ПЛ, включаючи вводи ОК на регенераційні пункти, вузли зв'язку енергооб'єктів слід проектувати на такі ж кліматичні умови, що й для ПЛ, на якій ця ВОЛЗ розміщується. Вони повинні відповідати вимогам 2.5.25-2.5.85.

2.5.144. Оптичні кабелі, які розміщуються на елементах ПЛ, повинні задовольняти такі вимоги:

- 1) механічна міцність;

- 2) термічна стійкість;
- 3) стійкість до впливу грозових перенапруг;
- 4) забезпечення навантажень на оптичні волокна, які не перевищують припустимі;
- 5) стійкість до впливу корозії;
- 6) стійкість до впливу електричного поля.

2.5.145. Механічний розрахунок ОКГТ, ОКФП, ОКСН слід виконувати на розрахункові навантаження за методом допустимих напружень з урахуванням залишкової деформації кабелів і допустимих навантажень на оптичне волокно.

2.5.146. Механічний розрахунок грозозахисного троса або фазного проводу, на яких розміщується ОКНН, слід виконувати з урахуванням додаткових вагових і вітрових навантажень від ОК у всіх режимах, зазначених у 2.5.76.

2.5.147. Механічний розрахунок ОК усіх типів слід виконувати для вихідних умов за 2.5.76.

Значення фізико-механічних параметрів, необхідних для механічного розрахунку ОК, і дані з залишкової деформації слід приймати за технічними умовами на ОК або за даними виробників кабелів.

2.5.148. Оптичні кабелі слід захищати від вібрації відповідно до умов їх підвішування і вимог виробника ОК.

2.5.149. У разі підвішування на ПЛ ОКГТ і ОКФП їх розміщення повинне задовольняти вимоги 2.5.95-2.5.102 і 2.5.120.

2.5.150. Незалежно від напруги ПЛ ОКГТ повинен, як правило, заземлитися на кожній опорі. Значення опору землявальних пристроїв опор, на яких підвішено ОКГТ, повинне відповідати значенню опору згідно з табл. 2.5.29. Допускається збільшувати ці опори в разі забезпечення термічної стійкості ОК.

За наявності плавлення ожеледі на грозозахисних тросах допускається ізолювальне кріплення ОКГТ за умови, що стійкість оптичних волокон за температурним режимом задовольняє умови роботи в режимах плавлення ожеледі і протікання струмів на цій ділянці (див. також 2.5.151, 2.5.152, 2.5.154).

2.5.151. Оптичні кабелі ОКГТ, ОКФП, ОКНН слід перевіряти на роботоздатність за температурним режимом під час протікання максимального повного струму КЗ, який визначають з урахуванням часу спрацювання резервних захистів, дії ПРВВ (пристрій резервування відмови вимикача) і АПВ і повного часу відключення вимикачів. Допускається не враховувати далеке резервування.

2.5.152. Оптичні кабелі ОКФП і ОКНН (у разі підвішування їх на фазному проводі) слід перевіряти на роботоздатність за температурним режимом за температур проводу, які виникають під час його нагрівання найбільшим робочим струмом лінії.

2.5.153. Напруженість електричного поля в точці підвішування ОКСН слід визначати з урахуванням реального розміщення кабелю, транспозиції фаз ПЛ, а також конструкції затискача (протектора).

2.5.154. Оптичний кабель типу ОКНН слід перевіряти:

- 1) під час підвішування його на фазному проводі - на стійкість до впливу електричного поля проводів;
- 2) під час підвішування його на грозозахисному проводі - на стійкість до впливу електричної напруги, наведеної на тросі, і прямих ударів блискавки в трос.

2.5.155. Струми КЗ, на які виконують перевірку ОК (ОКГТ, ОКФП, ОКНН) на термічну стійкість, слід визначати з урахуванням перспективи розвитку енергосистеми.

2.5.156. Місце кріплення ОКСН на опорі з урахуванням його залишкової деформації в процесі експлуатації визначають, виходячи з умов:

- 1) стійкості оболонки до впливу електричного поля;
- 2) забезпечення найменшої відстані до поверхні землі - не менше ніж 5 м незалежно від напруги ПЛ і типу місцевості;
- 3) забезпечення найменшої відстані від ОКСН до фазних проводів на опорі - не менше ніж 0,6 м для ПЛ до 35 кВ; ім- 110 кВ; 1,5 м- 150 кВ; 2м- 220 кВ; 2,5 м - 330 кВ; 3,5 м - 500 кВ; 5м- 750 кВ за відсутності ожеледі і вітру.

З урахуванням зазначених умов ОКСН може розміщуватися як вище фазних проводів, так і між фазами або нижче фазних проводів.

2.5.157. У разі кріплення ОКНН до фазного проводу слід забезпечувати такі найменші відстані від проводів з прикріпленням або навитим ОК:

- 1) до конструкції опори в разі відхилення від дії вітру - згідно з табл. 2.5.27;
- 2) до землі, інженерних споруд і природних перешкод - згідно з табл. 2.5.30-

2.5.36, 2.5.41, 2.5.42, 2.5.45-2.5.51.

2.5.158. У разі підвішування на ПЛ ОК будь-якого типу опори і їх закріплення в ґрунті слід перевіряти з урахуванням додаткових навантажень, які при цьому виникають.

2.5.159. Окремі відрізки ОК з'єднують спеціальними з'єднувальними муфтами, які рекомендується розміщувати на анкерних опорах.

Висота розміщення з'єднувальних муфт на опорах ПЛ повинна бути не меншою за 5 м від основи опори.

До опор ПЛ, на яких розміщують з'єднувальні муфти ОК, у будь-яку пору року слід забезпечувати під'їзд транспортних засобів зі зварювальним і вимірювальним обладнанням.

На опорах ПЛ, у разі розміщення на них муфт ОК, додатково до знаків, вказаних у 2.5.18, слід наносити такі постійні знаки:

- умовне позначення ВОЛЗ;
- порядкове число з'єднувальної муфти.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО НЕНАСЕЛЕНІЙ І ВАЖКОДОСТУПНІЙ МІСЦЕВОСТЯХ

2.5.160. Відстані від проводів ПЛ до поверхні землі в ненаселених і важкодоступних місцевостях у нормальному режимі ПЛ не повинні бути меншими за подані в табл. 2.5.30.

Найменші відстані визначають за найбільшої стріли провисання проводу без урахування його нагрівання електричним струмом:

- за найвищої температури повітря за 2.5.60;
- за температури повітря по 2.5.23 при гранично допустимих значеннях напруженості електричного поля для ПЛ 750 кВ;
- за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі згідно з 2.5.61.

2.5.161. Під час вибору трас ПЛ усіх класів напруг рекомендується не займати землі, які зрошуються дощувальними установками. Допускається проходження ПЛ цими землями за умови виконання вимог будівельних норм і

Таблиця 2.5.30. Найменші відстані від проводів ПЛ до поверхні землі в ненаселеній і важкодоступній місцевості

Характеристика місцевості	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ							
	до 20	35-110	150	220	330	500	750	ПЛЗ
Ненаселена місцевість; райони степів з не придатними для землеробства ґрунтами	6	6	6,5	7	7,5	8	12	5
Важкодоступна місцевість	5	5	5,5	6	6,5	7	10	5
Недоступні схили гір, скелі, бескиди тощо	3	3	3,5	4	4,5	5	7,5	3

2.5.162. У місцях перетину ПЛ з меліоративними каналами найменша відстань по вертикалі від проводів за вищої температури повітря без урахування нагрівання проводу електричним струмом до підйімальної або висувної частини землерийних машин, розміщених на дамбі або бермі каналів, у робочому положенні або до габаритів землесосів за найбільшого рівня високих вод повинна бути не меншою за: 2м- для ПЛ до 20 кВ; 4м- для ПЛ 35-110 кВ; 5м- для ПЛ 150-220 кВ; 6 м- для ПЛ 330 кВ; 9м- для ПЛ 500-750 кВ.

Опори слід розміщувати поза смугою земель, відведених у постійне користування для меліоративних каналів.

2.5.163. Якщо ПЛ проходить паралельно з меліоративними каналами, крайні проводи ПЛ у разі невідхиленого їх положення слід розміщувати поза смугою земель, відведених у постійне користування для меліоративних каналів.

2.5.164. Шпалерний дріт для підвішування винограду, хмелю та інших аналогічних сільськогосподарських культур або дріт огорожі культурних пасовищ, який перетинається з ПЛ 110 кВ і вище під кутом менше ніж 70°, слід заземлювати через кожні 50-70 м у межах охоронної зони ПЛ. Опір заземлення не нормується, переріз заземлювального провідника повинен бути не меншим від перерізу дроту шпалери чи огорожі в зоні перетину.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО ТЕРИТОРІЇ, ЗАЙНЯТІЙ НАСАДЖЕННЯМИ

2.5.165. Необхідно, як правило, уникати прокладання ПЛ по землях, зайнятих лісами I групи, а саме: лісами-заповідниками, національними та природними парками, лісами, які мають наукове чи історичне значення, заповідними лісовими ділянками, природними пам'ятками, лісами першого і другого поясів зон санітарної охорони джерел водопостачання, лісами I і II зон округів санітарної охорони курортів, міськими лісами та лісопарками, державними захисними лісосмугами, захисними лісосмугами вздовж залізниць, автомобільних доріг загальнодержавного, республіканського та обласного значення, охоронними лісосмугами на берегах рік, озер, водоймищ та інших водних об'єктів, включаючи охоронні лісосмуги, які захищають нерест цінних промислових риб, лісами зелених зон міст, інших населених пунктів і промислових підприємств, пожезахисними лісосмугами, особливо цінними лісовими масивами, насадженнями лісоплодових порід.

2.5.166. Для проходження ПЛ по території, зайнятій насадженнями, слід

Ширину просік у насадженнях слід приймати залежно від висоти насаджень з урахуванням їх перспективного росту протягом 25 років з моменту вводу ПЛ в експлуатацію та групи лісів:

1) У насадженнях з перспективною висотою порід до 4 м ширину просік приймають такою, що дорівнює відстані між крайніми проводами ПЛ плюс 6 м (по 3 м у кожен бік від крайніх проводів). Проходження ПЛ по території фруктових садів із насадженнями висотою до 4 м дозволено без прокладання просік.

2) У разі проходження ПЛ по території, зайнятій лісами I групи, а також у парках і фруктових садах ширину просіки A , м, обчислюють за формулою:

$$A=2)+2(5+a+iC), \quad (2.5.26)$$

де B - відстань по горизонталі між крайніми, найбільш віддаленими проводами фаз, м;

B - найменша допустима відстань по горизонталі між крайнім проводом ПЛ і кроною дерев (ці відстані повинні бути не меншими від вказаних у табл. 2.5.31), м;

a - горизонтальна проекція стріли провисання проводу і підтримувального ізоляційного підвісу, м, за найбільшого їх відхилення згідно з формулою (2.5.21) з урахуванням типу місцевості за 2.5.45;

K - радіус горизонтальної проекції крони з урахуванням перспективного росту протягом 25 років з моменту введення ПЛ в експлуатацію, м.

Таблиця 2.5.3/. Найменша відстань по горизонталі між проводами ПЛ і кронами дерев

Напруга ПЛ, кВ	До 20	35-110	150-220	330-500	750
Найменша відстань, м	2	3	4	5	8

Радіуси проекцій крон дерев основних лісоутворювальних порід приймають такими, м:

- сосна, модрина - 7,0;
- ялина, ялиця, клен, осика - 5,0;
- дуб, бук - 9,0;
- липа, береза - 4,5.

Для інших порід дерев радіуси проекцій крон визначають під час конкретного проектування згідно з даними власника насаджень.

3) У лісах II групи (насадженнях, що не входять у I групу) ширину просіки приймають такою, що дорівнює більшому з двох значень, обчислених за формулою (2.5.26) і за формулою:

$$A=I>+2Я, \quad (2.5.27)$$

де $Я$ - висота насаджень з урахуванням перспективного росту, м.

4) Для ПЛЗ ширину просік у насадженнях слід приймати не меншою ніж відстань між крайніми проводами плюс 2 м у кожен бік незалежно від висоти насаджень. У разі проходження ПЛЗ по території фруктових садів з деревами висотою понад 4 м відстань від крайніх проводів до дерев повинна бути не мен-

шою ніж 2 м.

5) Окремі дерева чи групи дерев, які ростуть поза просікою і загрожують падінням на проводи або опори ПЛ, слід вирубувати.

2.5.167. У місцях зниження рельєфу, на косогорах і в ярах просіку прорубують з урахуванням перспективної висоти насаджень; при цьому, якщо відстань по вертикалі від верху крон дерев до проводу ПЛ більша ніж 9 м, просіку прорубують тільки під ПЛ шириною, яка дорівнює відстані між крайніми проводами плюс 2 м у кожен бік.

Після закінчення монтажу місця порушення схилів на просіках слід засадити чагарниковими породами.

2.5.168. По всій ширині просіки по трасі ПЛ її слід очистити від вирубаних дерев і чагарників, викорчувати пні або зрізати їх під рівень землі і рекультивувати.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО НАСЕЛЕНІЙ МІСЦЕВОСТІ

2.5.169. Проходження ПЛ по населеній місцевості слід виконувати відповідно до вимог державних будівельних норм України «Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень». Проходження ПЛ 750 кВ по населеній місцевості не дозволяється. ПЛ 35-500 кВ необхідно, як правило, розміщувати за межами сільбищних територій. На сільбищних територіях усіх видів поселень дозволяється споруджувати ПЛ напругою нижче 35 кВ. ПЛ 35 кВ дозволяється споруджувати на сільбищних територіях усіх видів поселень із будинками висотою до трьох поверхів включно.

Допускається перетин ПЛ 35-500 кВ протяжних сільських населених пунктів з однорядною чи дворядною забудовою за умови виділення коридору між садибами, ширина якого для ПЛ 35-220 кВ має дорівнювати ширині охоронної зони відповідно до табл. 2.5.32, а для ПЛ 330-500 кВ - ширині санітарно-захисної зони відповідно до табл. 2.5.32 плюс 20 м з кожного боку зони.

Кут перетину з вулицями (проїздами) не нормується. У разі проходження ПЛ уздовж вулиці допускається розташовувати проводи над проїзною частиною вулиць і доріг місцевого значення.

2.5.170. Кріплення проводів ПЛ на штирових (стрижневих) ізоляторах повинно бути подвійним, а на ПЛЗ - посиленим. У разі застосування підвісних і полімерних ізоляторів кріплення проводів на проміжних опорах слід виконувати за допомогою глухих затискачів.

Таблиця 2.5.32. Відстань від проводів до межі зон і споруд

Напруга, кВ	Відстань по горизонталі від проєкцій крайніх проводів до межі зон і споруд, м		
	Проводи у невідхиленому положенні		Проводи в положенні найбільшого відхилення
	Відстань до межі 03	Відстань до межі ССЗ	Відстань до об'єктів (будівель, споруд, гаражів), розташованих в 03
Понад 1 до 20	10	-	2
35	15	-	4
110	20	-	4
150	25	-	5
220	25	-	6
330	30	20	8
500	30	30	Розташування об'єктів в 03 заборонено*
750	40	40	Розташування об'єктів в 03 заборонено*

* До виробничих будівель і споруд тільки на території електроустановок дозволена відстань становить 10 м

2.5.171. Найменші відстані від проводів ПЛ до поверхні землі в населеній місцевості в нормальному режимі роботи ПЛ слід приймати не меншими від поданих у табл. 2.5.33.

Найменші відстані визначають за найбільшої стріли провисання проводу без урахування його нагрівання електричним струмом за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі згідно з 2.5.61, а також за вищої температури повітря.

2.5.172. У місцях перетину ПЛ з вулицями, проїздами тощо відстані по вертикалі від проводів перерізом алюмінієвої частини, меншим за 185 мм², до поверхні землі слід перевіряти також на обрив проводу в суміжному прогоні за середньорічної температури повітря, без урахування нагрівання проводів електричним струмом. Ці відстані повинні бути не меншими від поданих у табл. 2.5.33.

У разі проходження ПЛ у спеціально відведених (у межах міст) коридорах, а також для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 185 мм і більше перевіряти вертикальні відстані в разі обриву проводів не потрібно.

2.5.173. Відстань по горизонталі від основи опори ПЛ до кювету або бордюрного каменя проїзної частини вулиці (проїзду) повинна бути не меншою за 2,0 м; відстань до тротуарів і пішохідних доріжок не нормується.

Для запобігання наїздам транспортних засобів на опори ПЛ, установлені в межах міських і сільських вулиць і доріг, їх слід огороджувати відповідно до вимог будівельних норм і правил.

2.5.174. Проходження ПЛ напругою до 330 кВ над виробничими, складськими будівлями та іншими спорудами в разі їх розташування в 03 ПЛ з дозволу суб'єкта господарювання, у віданні якого перебуває ПЛ (див. 2.5.175), а також проходження ПЛ напругою до 500 кВ над виробничими будівлями і спорудами, на території електроустановок виконують за таких умов:

- будівлі і споруди повинні мати I або II ступінь вогнестійкості відповідно до будівельних норм і правил пожежної безпеки, а також покрівлю із негорючих матеріалів;
- відстань по вертикалі від проводів ПЛ до зазначених будівель і споруд за найбільшої стріли провисання повинна бути не меншою від зазначених у табл. 2.5.33;
- кріплення проводів на ПЛ напругою до 220 кВ у прогонах перетину має бути подвійним.

Таблиця 2.5.33. Найменша відстань по вертикалі від проводів ПЛ до поверхні землі, виробничих будівель і споруд у населеній місцевості

Умови роботи ПЛ	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	до 35	110	150	220	330	500
Нормальний режим:						
- до поверхні землі;	7	7	7,5	8	11	15,5
- до виробничих будівель і споруд	3	4	4	5	7,5	8
Обрив проводу в суміжному прогоні до поверхні землі	5,5	5,5	5,5	5,5	-	-
Примітка. ПЛ не повинні перешкоджати безпечній роботі пожежних автодрабин і колінчастих підйомників						

Проходження ПЛ 330-500 кВ над виробничими будівлями допускається за умови забезпечення захисту працівників, які перебувають або можуть перебувати в будівлі, від впливу електричного поля.

Металеві покрівлі, над якими проходять ПЛ, слід заземлювати, а покрівлі, над якими проходять ПЛ 330-500 кВ,- заземлювати у двох точках. Опір заземлення повинен бути не більшим від зазначеного в табл. 2.5.29.

2.5.175. На несельбищних територіях населеної місцевості відстані по горизонталі від крайніх проводів за найбільшого їх відхилення до найближчих виступаючих частин виробничих, складських, адміністративно-побутових будинків, гаражів, кладовищ і споруд, розташування яких у охоронній зоні ПЛ може бути дозволено відповідно до чинних Правил охорони електричних мереж, повинні бути не меншими за відстані, вказані в табл. 2.5.32.

Якщо відстань до об'єкта в 03 є меншою, ніж передбачено табл. 2.5.32, або об'єкт розташований безпосередньо під проводами ПЛ, вертикальні габарити між проводами і об'єктом мають бути дотримані відповідно до табл. 2.5.33, а також виконані додаткові умови, визначені в 2.5.174.

Розташування в 03 ПЛ житлових, громадських, дачних будинків, АЗС, сховищ паливно-мастильних матеріалів, ринків, стадіонів, територій навчальних і дитячих закладів, спортивних та ігрових майданчиків, зупинок громадського транспорту заборонено.

Допускається, як виняток, на ділянках траси ПЛ 6 кВ і 10 кВ, які проходять в умовах стисненої забудови, відстань по горизонталі від крайніх проводів ПЛ за найбільшого їхнього відхилення до найближчих частин житлових, громадських і дачних будинків, що виступають, приймати не меншою ніж 2 м за умови застосування на таких ділянках ПЛЗ (2.5.2).

2.5.176. Відстані від відхилених проводів ПЛ, розташованих уздовж вулиць, у парках і садах, до дерев, а також до тросів підвішування дорожніх знаків повинні бути не меншими від вказаних у табл. 2.5.31.

2.5.177. Якщо за відстаней, зазначених у 2.5.175, від ПЛ до будівель і споруд, які мають приймальну радіо- або телевізійну апаратуру, радіоперешкоди перевищують значення, нормовані державними стандартами, і якщо дотримання вимог стандартів не може бути досягнуто спеціальними заходами (застосуванням виносних антен, зміною конструкції ПЛ і т. ін.) або ці заходи недоцільні, відстані від крайніх проводів ПЛ у разі невідхиленого їхнього положення до найближчих виступних частин цих будівель і споруд слід приймати не меншими за: 10 м - для ПЛ до 35 кВ; 50 м - для ПЛ 110-220 кВ і 100 м - для ПЛ 330 кВ і вище.

Розрахунок рівня радіоперешкод слід виконувати з урахуванням глави 1.3 і 2.5.90.

2.5.178 Відстані від заземлювачів опор ПЛ до прокладених у землі силових кабелів слід приймати відповідно до глав 2.1 і 2.3.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ МІЖ СОБОЮ

2.5.179. Кут перетину ПЛ від 1 кВ і вище між собою і з ПЛ (ПЛІ) до 1 кВ не нормується.

2.5.180. Місце перетину слід вибирати якнайближче до опори верхньої (яка перетинає) ПЛ. Відстані від проводів нижньої (яку перетинають) ПЛ до опор верхньої ПЛ по горизонталі і від проводів верхньої ПЛ до опор нижньої ПЛ у просвіті повинні бути не меншими від вказаних у табл. 2.5.34; а також не меншими за 1,5 м - для ПЛЗ і 0,5 м - для ПЛІ.

Таблиця 2.5.34. Найменша відстань між проводами та опорами ПЛ, які перетинаються

Напруга ПЛ, кВ	Найменша відстань від проводів до найближчої частини опори м	
	За найбільшого відхилення проводів	За невідхиленого положення проводів
До 330	3	6
500	4	10
750	6	15

Допускається виконувати перетини ПЛ і ПЛЗ між собою і з ПЛ (ПЛІ) до 1 кВ на спільній опорі.

2.5.181. Опори ПЛ 500-750 кВ, які обмежують прогін перетину з ПЛ 500 кВ, повинні бути анкерного типу. Перетин ПЛ 500-750 кВ з ПЛ 330 кВ і нижче, а також ПЛ 330 кВ і нижче між собою допускається здійснювати в прогонах, обмежених як проміжними, так і анкерними опорами. Перетин ПЛ 750 кВ між собою не дозволяється.

2.5.182. У разі перетину ПЛ 500-750 кВ з ПЛ 6-20 кВ і ПЛ (ПЛІ) до 1 кВ опори перетнутих ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерного типу, а проводи перетнутих ПЛ у прогоні перетину повинні бути:

- сталевалюмінієвими перерізом алюмінієвої частини не менше ніж 70 мм² - для ПЛ 6-20 кВ;

- сталевалюмінієвими перерізом алюмінієвої частини не менше ніж 70 мм² або з термостійкого алюмінієвого сплаву перерізом не менше 70 мм² - для ПЛЗ 6-20

- алюмінієвим перерізом не менше ніж 50 мм^2 - для ПЛ до 1 кВ;
- джгут СШ без несучого нульового проводу перерізом фазної жили не менше ніж 25 мм^2 або з несучим проводом з термообробленого алюмінієвого сплаву перерізом не менше ніж 50 мм^2 .

Проводи в прогонах перетинів слід кріпити на опорах за допомогою:

- підвісних скляних ізоляторів - для ПЛ (ПЛЗ) 6-20 кВ;
- штирових ізоляторів з подвійним кріпленням до них - для ПЛ до 1 кВ;
- натяжних анкерних затискачів - для ПЛ.

2.5.183. На проміжних опорах ПЛ, яка перетинає, з підтримувальними ізоляційними підвісами проводи слід підвішувати в глухих затискачах, а на опорах із штировими (стрижневими) ізоляторами необхідно застосовувати подвійне кріплення проводу.

На проміжних опорах існуючої ПЛ 750 кВ, які обмежують прогін перетину з новозбудованими під нею ПЛ до 330 кВ, а також на існуючих ПЛ до 500 кВ перерізом алюмінієвої частини проводів 300 мм^2 і більше в разі спорудження під ними інших ПЛ допускається залишати затискачі з обмеженою міцністю закріплення і випадаючі затискачі.

2.5.184. Проводи ПЛ більш високої напруги, як правило, повинні бути розташовані вище від проводів перетнутих ПЛ меншої напруги. Допускається як виняток проходження ПЛ 35 кВ і вище з проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм^2 і більше над проводами ПЛ більш високої напруги, але не вище ніж 220 кВ. У містах і селищах міського типу допускається проходження ПЛ чи ПЛ з ізованими самоутримними проводами напругою до 1 кВ над проводами ПЛ напругою до 20 кВ. При цьому проходження ПЛ меншої напруги над проводами двоколових ПЛ більш високої напруги не допускається.

2.5.185. Перетин ПЛ 35-500 кВ з двоколовими ПЛ таких самих напруг, що служать для електропостачання споживачів, які не мають резервного електроживлення, або з двоколовими ПЛ, кола яких є взаєморезервованими, слід, як правило, здійснювати в різних прогонах ПЛ, які перетинають, і які розділено анкерною опорою. Перетин ПЛ 750 кВ з такими ПЛ допускається виконувати в одному прогоні, обмеженому як анкерними, так і проміжними опорами.

На ділянках траси в стиснених умовах перетин ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм^2 і більше з двоколовими ПЛ допускається здійснювати в одному прогоні ПЛ, яка перетинає, обмеженому проміжними опорами. При

цьому на опорах, які обмежують прогін перетину, слід застосовувати дволанцюгові підтримувальні ізоляційні підвіси з окремим кріпленням ланцюгів до опори.

2.5.186. Найменші відстані між найближчими проводами (або проводами та тросами) перетнутих ПЛ слід приймати не меншими від вказаних у табл. 2.5.35 за температури повітря плюс 15 °С без вітру.

Для проміжних значень довжин прогонів відповідні відстані визначають за допомогою лінійної інтерполяції.

Відстань між найближчими проводами ПЛ, яка перетинає, і перетнутою ПЛ 6-35 кВ за умови, що хоча б одну з них виконано захищеними проводами, за температури плюс 15°С без вітру повинна бути не меншою за 1,5 м.

Відстань по вертикалі між найближчими проводами ПЛЗ, яка перетинає, і перетнутої ПЛ за температури повітря плюс 15 °С без вітру повинна бути не меншою за 1 м.

Допускається залишати опори перетнутих ПЛ до 110 кВ під проводами ПЛ до 500 кВ, які перетинають, якщо відстань по вертикалі від проводів ПЛ, яка перетинає, до верху опори перетнутої ПЛ на 4 м більша від значень, вказаних у табл. 2.5.35.

Допускається залишати опори перетнутих ПЛ до 150 кВ під проводами ПЛ 750 кВ, які перетинають, якщо відстань по вертикалі від проводів ПЛ 750 кВ до верху опори перетнутої ПЛ не менше ніж 12 м за вищої температури повітря.

2.5.187. Відстані між найближчими проводами (чи між проводами та тросами) перетнутих ПЛ 35 кВ і вище підлягають додатковій перевірці за умови відхилення проводів (тросів) однієї з перетнутих ПЛ у прогоні перетину за вітрового тиску згідно з формулою (2.5.11), спрямованого перпендикулярно до осі прогону даної ПЛ, і невідхиленого положення проводу (троса) іншої. При цьому відстані між проводами та тросами або проводами повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.27 або 2.5.28 для умов найбільшої робочої напруги, температуру повітря для невідхилених проводів приймають за 2.5.61.

2.5.188. На ПЛ з дерев'яними опорами, не захищених тросами, на опорах, які обмежують прогони перетину, слід установлювати захисні апарати на обох перетнутих ПЛ. Відстані між проводами перетнутих ПЛ повинні бути не меншими за подані у табл. 2.5.35.

На опорах ПЛ 35 кВ і нижче в разі перетину їх з ПЛ 750 кВ і нижче допускається застосовувати іскрові проміжки (ІП). При цьому для ПЛ 35 кВ слід передбачити автоматичне повторне ввімкнення. ІП на одностоякових і А-подібних опорах з дерев'яними траверсами виконують у вигляді одного заземлювального спуску і закінчують бандажами на відстані 75 см (по дереву) від точки кріплення нижнього ізолятора. На П- і АП-подібних опорах заземлювальні спуски прокладають на двох стояках опор до траверси.

На ПЛ з дерев'яними опорами, не захищених тросами, в разі перетину їх з ПЛ 750 кВ металеві деталі для кріплення проводів (гаки, штирі, оголовки) слід заземлювати на опорах, які обмежують прогін перетину, а кількість підвісних ізоляторів в ізоляційних підвісах повинна відповідати ізоляції для металевих опор. При цьому на опорах ПЛ 35-110 кВ слід установлювати захисні апарати.

Таблиця 2.5.35. Найменша відстань між проводами або проводами та тросами перетнутих ПЛ на металевих і залізобетонних опорах, а також на дерев'яних опорах за наявності грозозахисних пристроїв

Довжина прогону ПЛ, яка перетинає, м	Найменша відстань, м, за відстані від місця перетину до найближчої опори ПЛ, м					
	30	50	70	100	120	150
У разі перетину ПЛ 750 кВ з ПЛ меншої напруги						
До 200	6,5	6,5	6,5	7,0	-	-
300	6,5	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5
450	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
500	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
У разі перетину ПЛ 330-500 кВ між собою і з ПЛ меншої напруги						
До 200	5,0	5,0	5,0	5,5	-	-
300	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
450	5,0	5,5	6,0	7,0	7,5	8,0
У разі перетину ПЛ 150-220 кВ між собою і з ПЛ меншої напруги						
До 200	4	4	4	4	-	-
300	4	4	4	4,5	5	5,5
450	4	4	5	6	6,5	7
У разі перетину ПЛ 20-110 кВ між собою і з ПЛ меншої напруги						
До 200	3	3	3	4	-	-
300	3	3	4	4,5	5	-
У разі перетину ПЛ 10 кВ між собою і з ПЛ меншої напруги						
До 100	2	2	-	-	-	-
150	2	2,5	2,5	-	-	-

Якщо відстань від місця перетину до найближчих опор перетнутих ПЛ становить понад 40 м, допускається не встановлювати захисні апарати. Заземлення деталей кріплення проводів на опорах ПЛ 35 кВ і вище не потрібне.

Установлювати захисні апарати на опорах перетину не вимагається:

- для ПЛ з металевими та залізобетонними опорами;
- для ПЛ з дерев'яними опорами за відстаней між проводами ПЛ, які перетинаються, не менших ніж: 9 м - за напруги 750 кВ; 7 м - за напруги 330-500 кВ; 6 м - за напруги 150-220 кВ; 5 м - за напруги 35-110 кВ; 4 м - за напруги до 20 В.

Опір заземлювальних пристроїв дерев'яних опор із захисними апаратами слід приймати відповідно до табл. 2.5.29.

2.5.189. У разі паралельного проходження та зближення ПЛ однієї напруги між собою або з ПЛ інших напруг відстані по горизонталі повинні бути не меншими від вказаних у табл. 2.5.36 і прийматися такими, як для ПЛ більш високої напруги. Зазначені відстані підлягають додатковій перевірці:

- 1) на неперевищення зсуву нейтралі більше 15% фазної напруги в нормальному режимі роботи ПЛ до 35 кВ з ізолюваною нейтраллю за рахунок електромагнітного та електростатичного впливу ПЛ більш високої напруги;

2) на унеможливлення розвитку резонансних перенапруг у вимкненому стані ПЛ 500-750 кВ, обладнаних компенсувальними пристроями (шунтувальними реакторами, синхронними або тиристорними статичними компенсаторами тощо). Ступінь компенсації робочої ємності лінії, відстані між осями ПЛ і довжини відрізків зближень слід визначати за допомогою розрахунків.

Таблиця 2.5.36. Найменша відстань по горизонталі між ПЛ

Ділянки траси ПЛ	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ								
	до 20	35	110	150	220	330 і 500	750	ПЛЗ	
Ділянки вільної від забудови траси, між осями ПЛ	Висота найбільш високої опори ⁸								3
Ділянки траси в стиснених умовах, підходи до підстанцій:	2,5	4	5	6	7	10	15	209	2
- між крайніми проводами в невідхиленому положенні;	2	4	4	5	6	8	10	10	2
- від відхилених проводів однієї ПЛ до найближчих частин опор іншої ПЛ									
* Не менше ніж 50 м- для ПЛ 500 кВ і не менше ніж 75 м- для ПЛ 750 кВ. ** Для двох і більше ПЛ 750 кВ фазування суміжних крайніх фаз повинне бути різнойменним.									

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ ЗІ СПОРУДАМИ ЗВ'ЯЗКУ, СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА ЛІНІЯМИ РАДІОТРАНСЛЯЦІЙНИХ МЕРЕЖ

2.5.190. Перетин ПЛ напругою до 35 кВ з лініями зв'язку (ЛЗ) та лініями радіотрансляційних мереж (ЛРМ) виконують за одним з варіантів:

- 1) проводами ПЛ та підземним кабелем ЛЗ¹ і ЛРМ;
- 2) проводами ПЛ та повітряним кабелем ЛЗ і ЛРМ;
- 3) підземною кабельною вставкою у ПЛ та неізольованими проводами ЛЗ і ЛРМ;
- 4) проводами ПЛ та неізольованими проводами ЛЗ і ЛРМ.

2.5.191. Перетин ПЛ напругою до 35 кВ з неізольованими проводами ЛЗ і ЛРМ можна застосовувати у таких випадках:

- 1) якщо неможливо прокласти ні підземний кабель ЛЗ і ЛРМ, ні кабель ПЛ;
- 2) якщо застосування кабельної вставки в ЛЗ призведе до необхідності встановлення додаткового або перенесення раніше встановленого підсилювального пункту ЛЗ;
- 3) якщо в разі застосування кабельної вставки в ЛРМ загальна довжина кабельних вставок у лінію перевищує припустимі значення;
- 4) якщо на ПЛ застосовано підвісні ізолятори. При цьому ПЛ на ділянці перетину з неізольованими проводами ЛЗ і ЛРМ виконують з підвищеною механічною міцністю проводів і опор (див. 2.5.198).

2.5.192. Перетин ПЛ 110-500 кВ з ЛЗ і ЛРМ здійснюють за одним із варіантів:

⁸ У цій главі до кабелів зв'язку відносяться металеві та оптичні кабелі з металевими елементами.

- 1) проводами ПЛ та підземним кабелем ЛЗ і ЛРМ;
- 2) проводами ПЛ та проводами ЛЗ і ЛРМ.

Перетин ПЛ 750 кВ із ЛЗ і ЛРМ має виконуватись підземним кабелем ЛЗ і ЛРМ.

2.5.193. У разі перетину ПЛ 110-500 кВ з проводами повітряних ЛЗ і ЛРМ застосовувати кабельні вставки немає потреби, якщо:

1) застосування кабельної вставки в ЛЗ призведе до необхідності встановлення додаткового підсилювального пункту на ЛЗ, а відмова від застосування цієї кабельної вставки не призведе до збільшення негативного впливу ПЛ на ЛЗ понад припустимі норми;

2) застосування кабельної вставки в ЛРМ призведе до перевищення сумарної припустимої довжини кабельних вставок у лінії, а відмова від цієї кабельної вставки не призведе до збільшення негативного впливу ПЛ на ЛРМ понад припустиме значення.

2.5.194. У прогоні перетину ЛЗ і ЛРМ з ПЛ до 750 кВ, на яких передбачаються канали високочастотного зв'язку і телемеханіки з апаратурою, що працює в співпадаючому спектрі частот з апаратурою ЛЗ і ЛРМ і має потужність на один канал:

1) більше 10 Вт - ЛЗ і ЛРМ слід виконувати підземними кабельними вставками. Довжину кабельної вставки визначають з розрахунку негативного впливу ПЛ, при цьому відстань по горизонталі від основи кабельної опори ЛЗ і ЛРМ до проекції крайнього проводу ПЛ на горизонтальну площину повинна бути не меншою за 100 м;

2) від 5 до 10 Вт - необхідність застосування кабельної вставки в ЛЗ і ЛРМ чи прийняття інших засобів захисту визначають з розрахунку перешкоджаючого впливу. При цьому у випадку застосування кабельної вставки відстань у просвіті від невідхилених проводів ПЛ до 500 кВ до вершин кабельних опор ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою за 20 м, а для ПЛ 750 кВ - не меншою за 30 м;

3) менше 5 Вт або якщо високочастотна апаратура ПЛ працює в неспівпадаючому спектрі частот або ЛЗ і ЛРМ не ущільнена високочастотною апаратурою - застосовувати кабельну вставку в разі перетину з ПЛ до 750 кВ за умовами перешкоджаючого впливу немає потреби. Якщо кабельна вставка в ЛЗ і ЛРМ обладнується не за умовами перешкоджаючого впливу від високочастотних каналів ПЛ, то відстань по горизонталі від основи кабельної опори ЛЗ і ЛРМ до проекції на горизонтальну площину крайнього невідхиленого проводу ПЛ 330 кВ повинна бути не меншою за 15 м. Для ПЛ 500 кВ відстань у просвіті від крайніх невідхилених проводів до вершини кабельних опор ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою за 20 м, а для ПЛ 750 кВ - не меншою за 30 м.

2.5.195. Перетин проводів ПЛ з повітряними лініями міського телефонного зв'язку не допускається; ці лінії в прогоні перетину з проводами ПЛ повинні виконуватись тільки підземними кабелями.

2.5.196. У разі перетину ПЛ з підземним кабелем зв'язку і ЛРМ (або з підземною кабельною вставкою) слід дотримуватися таких вимог:

1) кут перетину ПЛ до 110 кВ з ЛЗ і ЛРМ не нормується;

2) відстань від підземних кабелів ЛЗ і ЛРМ до найближчого заземлювача опори ПЛ напругою до 35 кВ чи її підземної металевої або залізобетонної частини повинна бути не меншою за:

- у населеній місцевості - 3 м;
- у ненаселеній місцевості - відстані, зазначені в табл. 2.5.37.

Відстань від підземних кабелів ЛЗ і ЛРМ до підземної частини незаземленої дерев'яної опори ПЛ напругою до 35 кВ повинна бути не меншою за:

- у населеній місцевості - 2 м, у стиснених умовах зазначену відстань можна зменшувати до 1 м за умови прокладання кабелю в поліетиленовій трубі на довжині в обидва боки від опори не менше за 3 м;

- у ненаселеній місцевості: 5 м - у разі еквівалентного питомого опору ґрунту до 100 Ом-м; 10 м - у разі еквівалентного питомого опору ґрунту від 100 до 500 Ом-м; 15 м - у разі еквівалентного питомого опору ґрунту від 500 до 1000 Ом*м; 25 м - у разі еквівалентного питомого опору ґрунту понад 1000 Ом-м;

3) відстань від підземних кабелів ЛЗ і ЛРМ до найближчого заземлювача опори ПЛ 110 кВ і вище та її підземної частини повинна бути не меншою від значень, вказаних у табл. 2.5.37;

Таблиця 2.5.37. Найменші відстані від підземних кабелів ЛЗ (ЛРМ) до найближчого заземлювача опори ПЛ та її підземної частини

Еквівалентний питомий опір ґрунту, Ом*м	Найменші відстані, м, для ПЛ напругою, кВ		
	до 35	110-500	750
До 100	10	10	15
Від 100 до 500	15	25	25
Від 500 до 1000	20	35	40
Понад 1000	30	50	50

5) замість швелера, кутника або сталеві труби під час будівництва нової ПЛ допускається використовувати два сталевих троси перерізом 70 мм², що прокладаються симетрично на відстані не більше 0,5 м від кабелю і на глибині 0,4 м. Троси слід продовжувати з обох боків кабелю під кутом 45° до траси в напрямку опори ПЛ і заземлювати на опір не більше ніж 30 Ом. Співвідношення між довжиною відводу тросів *I* і опором *B*, заземлювача повинні відповідати значенням, вказаним у табл. 2.5.38;

Таблиця 2.5.38. Опір заземлювачів під час захисту кабелю ЛЗ і ЛРМ на ділянці перетину з ПЛ

Питомий опір ґрунту, Ом-м,	До 100	101-500	Понад 500
Довжина відводу <i>I</i> , м	20	30	50
Опір заземлювача <i>D</i> , Ом	30	30	20

Примітка. Захист кабелю від ударів блискавки шляхом околтурування опор ПЛ або прокладання захисного троса в даному випадку є обов'язковим.

б) у прогоні перетину ПЛ з ЛЗ і ЛРМ проводи ПЛ на опорах, які обмежують прогін перетину, слід закріплювати за допомогою глухих затискачів, які не допускають падіння проводів на землю в разі їхнього обриву в суміжних прогонах.

2.5.197. У разі перетину підземної кабельної вставки у ПЛ до 35 кВ з неізолюваними проводами ЛЗ і ЛРМ слід дотримуватися таких вимог:

- 1) кут перетину підземної кабельної вставки ПЛ з ЛЗ і ЛРМ не нормується;
- 2) відстань від підземної кабельної вставки ПЛ до незаземленої опори ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою за 2 м, а до заземленої опори ЛЗ (ЛРМ) та її заземлювача - не менше ніж 10 м;
- 3) відстань по горизонталі від основи кабельної опори ПЛ, не ущільненої та ущільненої в неспівпадаючому і співпадаючому спектрах частот залежно від потужності високочастотної апаратури, до проекції проводів ЛЗ і ЛРМ слід вибрати відповідно до вимог 2.5.194;
- 4) підземні кабельні вставки в ПЛ слід виконувати відповідно до вимог глави

2.3 і 2.5.122.

2.5.198. У разі перетину проводів ПЛ з неізолюваними проводами ЛЗ і ЛРМ необхідно дотримуватись таких вимог:

- 1) кут перетину проводів ПЛ з проводами ЛЗ і ЛРМ повинен бути, за можливості, приблизно 90°. Для умов стисненої траси кут не нормується;
- 2) місце перетину слід вибирати, за можливості, ближче до опори ПЛ. При цьому відстань по горизонталі від найближчої частини опори ПЛ до проводів ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою за 7 м, а від опор ЛЗ і ЛРМ до проекції на горизонтальну площину найближчого невідхиленого проводу ПЛ - не меншою за 15 м. Відстань у просвіті від вершин опор ЛЗ і ЛРМ до невідхилених проводів ПЛ повинна бути не меншою від 15 м для ПЛ до 330 кВ і 20 м - для ПЛ 500 кВ;
- 3) не допускається розташовувати опори ЛЗ і ЛРМ під проводами ПЛ, яка їх перетинає;
- 4) опори ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 120 мм², що обмежують прогін перетину з ЛЗ і ЛРМ, повинні бути анкерного типу полегшеної конструкції з будь-якого матеріалу як вільностоячі, так і на відтяжках. Дерев'яні опори слід посилювати додатковими приставками або підкосами;
- 5) перетин можна виконувати на проміжних опорах за умови застосування на ПЛ проводів перерізом алюмінієвої частини, не меншим ніж 120 мм²;
- 6) проводи ПЛ слід розташовувати над проводами ЛЗ і ЛРМ, вони повинні бути багатодотовими з перерізами, не меншими від зазначених у табл. 2.5.15;
- 7) проводи ЛЗ і ЛРМ у прогоні перетину не повинні мати з'єднань;
- 8) у прогоні перетину ПЛ з ЛЗ і ЛРМ на проміжних опорах ПЛ кріпити проводи слід тільки за допомогою підтримувальних ізоляційних підвісів із глухими затискачами;
- 9) зміну місця встановлення опор ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину з ПЛ, допускають за умови, що відхилення середньої довжини елемента схрещування на ЛЗ і ЛРМ не буде перевищувати значень, вказаних у табл. 2.5.39;

Таблиця 2.5.39. Припустима зміна місця встановлення опор ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину з ПЛ

Довжина елемента схрещування, м	35	40	50	60	70	80	100	125	170
Припустиме відхилення, м	±6	±6,5	±7	±8	±8,5	±9	±10	±11	±13

10) довжини прогонів ЛЗ і ЛРМ у місці перетину з ПЛ не повинні перевищувати значень, вказаних у табл. 2.5.40;

11) опори ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину або суміжні з ним та знаходяться на узбіччі автомобільної дороги, слід захищати від наїздів транспортних засобів;

12) проводи на опорах ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину з ПЛ, повинні мати подвійне кріплення: при траверсному профілі - тільки на верхній траверсі, при гаковому профілі - на двох верхніх колах;

13) відстані по вертикалі від проводів ПЛ до перетнутих проводів ЛЗ і ЛРМ у нормальному режимі ПЛ і в разі обриву проводів у суміжних прогонах ПЛ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.41.

Відстані по вертикалі визначають у нормальному режимі за найбільшої стріли провисання проводів (без урахування їхнього нагрівання електричним струмом).

В аварійному режимі відстані перевіряють для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини, меншим ніж 185 мм^2 за середньорічної температури без ожеледі і вітру. Для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 185 мм^2 і більше перевіряти відстані за аварійним режимом немає потреби.

За різниці висот точок кріплення проводів ЛЗ і ЛРМ на опорах, які обмежують прогін перетину (наприклад, на косогорах) з ПЛ 35 кВ і вище, вертикальні відстані, які визначаються за табл. 2.5.41, слід додатково перевіряти на умови відхилення проводів ПЛ за вітрового тиску, визначеного згідно з 2.5.49, спрямованого перпендикулярно до осі ПЛ, і невідхиленого положення проводів ЛЗ і ЛРМ.

Відстані між проводами слід приймати для найбільш несприятливого випадку.

У разі застосування на ПЛ плавлення ожеледі слід перевіряти габарити до проводів ЛЗ і ЛРМ у режимі плавлення ожеледі. Ці габарити перевіряють за температури проводу в режимі плавлення ожеледі. Вони повинні бути не менше, ніж у разі обриву проводу ПЛ у суміжному прогоні;

14) на дерев'яних опорах ПЛ без грозозахисного троса, які обмежують прогін перетину з ЛЗ і ЛРМ, за відстаней між проводами перетнутих ліній, менших від зазначених у підпункті б) (табл. 2.5.41), на ПЛ слід установлювати захисні апарати. Захисні апарати слід встановлювати відповідно до 2.5.188. Під час установлення іскрових проміжків (ІІ) на ПЛ слід передбачати автоматичне повторне вмикання;

15) на дерев'яних опорах ЛЗ і ЛРМ, які обмежують прогін перетину, слід установлювати блискавковідводи відповідно до вимог нормативної документації на ЛЗі ЛРМ.

Таблиця 2.5.40. Максимально припустимі довжини прогонів ЛЗ і ЛРМ у місці перетину з ПЛ

Марки проводів, які використовують на ЛЗ і ЛРМ	Діаметр проводу, мм	Максимально прогонів ЛЗ і Л		припустимі довжини [РМ, м, для ліній типу	
		З	Н	П	ОП
Сталеалюмінієві: АС 25/4,2 АС 16/2,7 АС 10/1,8	6,9	150	85	65	50
	5,6	85	65	40	35
	4,5	85	50	40	35
Біметалеві (сталемідні) БСМ-1, БСМ-2	4,0	180	125	100	85
	3,0	180	100	85	65
	2,0	150	85	65	40
	1,6	100	65	40	40
	1,2	85	35	-	-
Біметалеві (стале-алюмінієві) БСА-КПЛ	5,1	180	125	90	85
	4,3	180	100	85	65
Сталеві	5,0	150	130	70	45
	4,0	150	85	50	40
	3,0	125	65	40	-
	2,5	100	40	30	-
	2,0	100	40	30	-
	1,5	100	40	-	-

Примітка. З - звичайний, Н - нормальний, П - посилений, ОП - особливо посилений - типи ліній відповідно до «Правил перетину повітряних ліній зв'язку і радіотрансляційних мереж з лініями електропередавання».

Таблиця 2.5.41. Найменша відстань по вертикалі від проводів ПЛ до проводів ЛЗ і ЛРМ

Розрахунковий режим ПЛ	Найменша відстань, м, для ПЛ нал руютою, кВ					
	До Ю	20-110	150	220	330	500
Нормальний режим:						
а) ПЛ на дерев'яних опорах за наяв* ності грозозахисних пристроїв, а також на металевих і залізобетонних опорах	2	3	4	4	5	5
б) ПЛ на дерев'яних опорах за відсутності грозозахисних пристроїв	4	5	6	6		
Обрив проводів у суміжних прогонах	1	1	1,5	2	2,5	3,5

2.5.199. Сумісне підвішування проводів ПЛ і проводів ЛЗ і ЛРМ на спільних опорах не допускається. Ця вимога не поширюється на спеціальні оптичні

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ 365
кабелі, що підвішуються на конструкціях ПЛ. Ці кабелі повинні відповідати вимогам цієї глави і правилам проектування, будівництва та експлуатації волоконно-оптичних ліній зв'язку на повітряних лініях електропередавання.

2.5.200. У разі зближення ПЛ з ЛЗ і ЛРМ відстані між їхніми проводами і заходи щодо їх захисту від впливу ПЛ визначають відповідно до правил захисту пристроїв проведеного зв'язку, сигналізації і телемеханіки залізниці від небезпечного і перешкоджаючого впливу ліній електропередавання.

2.5.201. У разі зближення ПЛ з повітряними ЛЗ і ЛРМ найменші відстані від крайніх невідхилених проводів ПЛ до опор ЛЗ і ЛРМ повинні бути не меншими, ніж висота найбільш високої опори ПЛ, а в умовах стисненої траси відстані від крайніх проводів ПЛ за найбільшого відхилення їх вітром повинні бути не меншими, ніж значення, вказані в табл. 2.5.42. При цьому відстань у просвіті від найближчого невідхиленого проводу ПЛ до вершин опор ЛЗ і ЛРМ повинна бути не меншою ніж 15 м для ПЛ до 330 кВ, 20 м - для ПЛ 500 кВ і 30 м - для ПЛ 750 кВ.

Крок транспозиції ПЛ за умовою впливу на ЛЗ і ЛРМ не нормується.

Опори ЛЗ і ЛРМ слід закріплювати додатковими підпорами або встановлювати здвоєними у випадку, якщо в разі їхнього падіння можливе зіткнення між проводами ЛЗ і ЛРМ та проводами ПЛ.

2.5.202. У разі зближення ПЛ зі штировими ізоляторами на відрізках, які мають кути повороту, з повітряними ЛЗ і ЛРМ відстані між ними повинні бути такими, щоб провід, який зірвався з кутової опори ПЛ, не міг опинитися від найближчого проводу ЛЗ і ЛРМ на відстанях, менших, ніж зазначені в табл. 2.5.42. За неможливості виконати цю вимогу проводи ПЛ, які відходять від внутрішнього боку повороту, повинні мати подвійне кріплення.

2.5.203. У разі зближення ПЛ з підземними кабелями ЛЗ і ЛРМ найменші відстані між ними і заходи захисту визначають відповідно до правил захисту пристроїв проведеного зв'язку, сигналізації і телемеханіки залізниці від небезпечного і перешкоджаючого впливу ліній електропередавання і рекомендацій із захисту оптичних кабелів з металевими елементами від небезпечного впливу ліній електропередавання, електрифікованих залізниць змінного струму і електропідстанцій.

Найменші відстані від заземлювача та підземної частини опори ПЛ до підземного кабелю ЛЗ і ЛРМ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.37.

2.5.204. Відстані від ПЛ до антенних споруд передавальних радіоцентрів слід приймати за табл. 2.5.43.

2.5.205. Найменші відстані зближення ПЛ зі створом радіорелейної лінії та радіорелейних станцій поза зоною спрямування антени слід приймати за табл. 2.5.44. Можливість перетину ПЛ зі створом радіорелейної лінії встановлюють під час проектування ПЛ.

Таблиця 2,5.42. Найменші відстані між проводами ПЛ за найбільшого відхилення їх вітром та опорами ЛЗ і ЛРМ у стиснених умовах траси

Напруга ПЛ, кВ	До 20	35-110	150	220	330	500-750
Найменша відстань, м	2	4	5	6	8	10

Таблиця 2.5.43. Найменші відстані від ПЛ до антенних споруд передавальних радіоцентрів

Антенні споруди	Відстані, м, для ПЛ напругою, кВ	
	до 110	150-750
Середньохвильові та довгохвильові передавальні антени	За межами високочастотного вального пристрою, але не менше 100	
Короткохвильові передавальні антени: - у напрямку найбільшого випромінювання - в інших напрямках	200 50	300 50
Короткохвильові передавальні слабо-спрямовані і неспрямовані антени	150	200

Таблиця 2.5.44. Найменші відстані від ПЛ до меж приймальних радіоцентрів, радіорелейних КХ і УКХ станцій, виділених приймальних пунктів радіофікації та місцевих радіовузлів

Радіопристрої	Відстані, м, для ПЛ напругою,		
	до 35	110-220	330-750
Магістральні, обласні, районні радіоцентри та радіорелейні станції зв'язку в діаграмі спрямування антени	500	1000	2000
Радіолокаційні станції, радіотехнічні системи ближньої навігації	1000	1000	1000
Автоматичні ультракороткохвильові радіопеленгатори	800	800	800
Короткохвильові радіопеленгатори	700	700	700
Станції проводового мовлення	200	300	400
Радіорелейні станції поза зоною спрямування їх антен і створи радіорелейних ліній	100	200	250

2.5.206. Відстані від ПЛ до меж приймальних радіоцентрів і виділених приймальних пунктів радіофікації та місцевих радіовузлів слід визначати з табл. 2.5.44.

Якщо траса проєктованої ПЛ проходить у районі розташування особливо

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії? електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ 367
важливих приймальних радіопристроїв, то припустиме зближення встановлюють в індивідуальному порядку під час проектування ПЛ.

Якщо неможливо дотриматися відстаней, зазначених у табл. 2.5.44, то в окремих випадках допускається їх зменшувати (за умови виконання на ПЛ заходів, які забезпечують відповідне зменшення перешкод). Для кожного випадку під час проектування ПЛ слід скласти проект заходів щодо дотримання норм радіоперешкод.

Відстані від ПЛ до телерадіоцентрів повинні бути не менше ніж 400 м - для ПЛ до 20 кВ, 700 м - для ПЛ 35-150 кВ і 1000 м - для ПЛ 220-750 кВ.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ ІЗ ЗАЛІЗНИЦЯМИ

2.5.207. Перетин ПЛ із залізницями виконується, як правило, повітряними переходами. На залізницях з особливо інтенсивним рухомі і в деяких технічно обґрунтованих випадках (наприклад, під час переходу через насипи, на залізничних станціях або в місцях, де влаштовувати повітряні переходи технічно складно) переходи ПЛ слід виконувати кабелем.

Перетин ПЛ із залізницями в горловинах залізничних станцій і в місцях сполучення анкерних ділянок контактної мережі забороняється.

Кут перетину ПЛ з електрифікованими² залізницями або залізницями, які підлягають електрифікації³, а також кут перетину ПЛ 750 кВ із залізницями загального користування повинен становити приблизно 90°, але не менше ніж 40°. Кут перетину ПЛ з іншими залізницями не нормується.

Якщо повітряна ЛЗ залізниці проходить непаралельно залізничній колії, кут перетину повітряної ЛЗ з ПЛ слід визначати за допомогою розрахунку небезпечного та перешкоджаючого впливів.

2.5.208. У разі перетину та зближення ПЛ із залізницями відстані від основи опори ПЛ до габариту наближення будівель⁴ на неелектрифікованих залізницях чи до осі опор контактної мережі електрифікованих залізниць або залізниць, що підлягають електрифікації, повинні бути не меншими від висоти опори плюс 3 м. На ділянках траси ПЛ зі стисненими умовами ці відстані допускається приймати не меншими за: 3 м - для ПЛ до 20 кВ, 6м- для ПЛ 35-150 кВ, 8м- для ПЛ 220-330 кВ, 10 м - для ПЛ 500 кВ і 20 м - для ПЛ 750 кВ.

Захист перетинів ПЛ з контактною мережею захисними апаратами здійснюють відповідно до вимог 2.5.188.

2.5.209. Відстані від проводів до різних елементів залізниці в разі перетину і зближення з нею повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.45.

Найменші відстані по вертикалі від проводів ПЛ до різних елементів залізниць, а також до найвищого проводу або несучого троса електрифікованих залізниць визначають у нормальному режим: ПЛ за найбільшої стріли провисання проводу (за вищої температури повітря з ураху *.. т?ням додаткового нагрівання проводу електричним струмом або за розрахункового ожеледного навантаження за формулою (2.5.1).

За відсутності даних про електричні навантаження ПЛ температуру проводів приймають такою, що дорівнює плюс 70 °С.

В аварійному режимі відстані перевіряють у разі перетину ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини менше ніж 185 мм¹⁰ для умов середньорічної температури без ожеледі і вітру без урахування нагрівання проводів електричним

¹⁰ До електрифікованих залізниць відносяться всі електрифіковані залізниці незалежно від роду струму і значення напруги контактної мережі.

струмом.

Для проводів з перерізом алюмінієвої частини 185 мм^2 і більше відстані в аварійному режимі не перевіряються. Допускається розташовувати проводи ПЛ, яка перетинає, над опорами контактної мережі за відстані по вертикалі від проводів ПЛ до верху опор контактної мережі не менше ніж: 7м- для ПЛ напругою до 110 кВ, 8м- для ПЛ 150-220 кВ, 9м- для ПЛ 330-500 кВ і 10 м - для ПЛ 750 кВ.

У виняткових випадках на ділянках траси в стиснених умовах допускається підвішувати проводи ПЛ і контактної мережі на спільних опорах.

У разі перетину та зближення ПЛ із залізницями, уздовж яких проходять лінії зв'язку і сигналізації, необхідно, крім вимог, зазначених у табл. 2.5.45, керуватися також вимогами до перетинів і зближень ПЛ зі спорудами зв'язку.

2.5.210. У разі перетину ПЛ з залізницями загального користування електрифікованими та залізницями, що підлягають електрифікації, опори ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерними нормальної конструкції. На ділянках з особливо інтенсивним і інтенсивним рухомі потягів ці опори повинні бути металевими.

Допускається в прогоні цього перетину, обмеженого анкерними опорами, установлювати проміжну опору між коліями, не призначеними для проходження регулярних пасажирських потягів, а також проміжні опори по краях залізничного полотна колій будь-яких доріг. Зазначені опори повинні бути металевими чи залізобетонними. Кріпити проводи на цих опорах слід за допомогою підтримувальних дволанцюгових ізоляційних підвісів з глухими затискачами.

Застосовувати опори з будь-якого матеріалу з відтяжками та дерев'яні одностоякові опори не допускається. Дерев'яні проміжні опори повинні бути П-подібними (з Х- або г-подібними зв'язками) або А-подібними.

У разі перетину залізниць незагального користування допускається застосовувати анкерні опори полегшеної конструкції та проміжні опори. Кріпити проводи на проміжних опорах слід за допомогою підтримувальних дволанцюгових ізоляційних підвісів із глухими затискачами. Опори всіх типів, установлені на перетині залізниць незагального користування, можуть бути вільностоячими або на відтяжках.

¹ До інтенсивного руху потягів відноситься такий рух, за якого кількість пасажирських і вантажних потягів у сумі за графіком на двоколієних ділянках становить понад 50 і до 100 пар на добу, а на одноколієних - понад 24 до 48 пар на добу.

2.5.211. На ПЛ з підвісними ізоляторами натяжні ізоляційні підвіси для проводу повинні бути дволанцюговими з окремим кріпленням кожного ланцюга до опори. Застосовувати штирові ізолятори в прогонах перетину ПЛ із залізницями не допускається.

Таблиця 2.5.45. Найменші відстані в разі перетину і зближення ПЛ із залізницями

Перетин або зближення	Найменші відстані, м, для ПЛ напругою, кВ						
	до 20	35-110	150	220	330	500	750
У разі перетину							
<i>Для неелектрифікованих залізниць:</i>							
- від проводу до головки рейки в нормальному режимі ПЛ по вертикалі: - залізниць широкої та вузької колії загального користування - залізниць широкої колії незагального користування - залізниць вузької колії незагального користування	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5	20
	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5	12
	6,5	6,5	7	7,5	8	8,5	12
- від проводу до головки рейки в разі обриву проводу ПЛ у суміжному прогоні по вертикалі: - залізниць широкої колії - залізниць вузької колії	6 4,5	6 4,5	6 5 5	6,5 5	7 5,5	-	-
<i>Для електрифікованих залізниць або залізниць, які підлягають електрифікації, від проводів ПЛ до найвищого проводу або несучого троса:</i>							
- у нормальному режимі по вертикалі	Так само, як у разі перетину ПЛ між собою відповідно до табл. 2.5.35 (див. 2.5.188)						
- у разі обриву проводу в суміжному прогоні	1	1	2	2	2,5	3,5	-
У разі зближення або паралельного проходження							
Для неелектрифікованих залізниць на ділянках траси в стиснених умовах від відхиленого проводу ПЛ до габариту наближення будівель по горизонталі	1,5	2,5	2,5	2,5	3,5	4,5	5,5
Для електрифікованих залізниць або залізниць, які підлягають електрифікації, від крайнього проводу ПЛ до крайнього проводу, підвишеного з польового боку опори контактної мережі по горизонталі	Так само, як у разі зближення ПЛ між собою відповідно до таблиці 2.5.36						
Те саме, але за відсутності проводів з польового боку опор контактної мережі	Так само, як у разі зближення ПЛ зі спорудами відповідно до 2.5.175						

Арматуру залізобетонних опор і приставок, які обмежують прогін перетину, використовувати як заземлювачі не допускається.

2.5.212. У разі перетину ПЛ із залізницею, яка має лісозахисні насадження, слід керуватися вимогами 2.5.166.

2.5.213. Мінімальні відстані від ПЛ до мостів залізниць з прогоном 20 м і менше слід приймати такими ж, як до відповідних залізниць за табл. 2.5.45, а з прогоном понад 20 м - установлювати під час проектування ПЛ.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З АВТОМОБІЛЬНИМИ ДОРОГАМИ

2.5.214. Вимоги 2.5.214-2.5.221 поширюються на перетин і зближення з автомобільними дорогами:

- загального користування і під'їзними до промпідприємств (категорій ІА, ІБ, П-У за будівельними нормами та правилами на автомобільні дороги);

- внутрішньогосподарськими в сільськогосподарських підприємствах (категорій І-С-Ш-С за будівельними нормами та правилами на внутрішньогосподарські автомобільні дороги сільськогосподарських підприємств і організацій).

Перетин і зближення ПЛ з державними дорогами загального користування повинні також відповідати вимогам правил установлення та використання придорожніх смуг державних автомобільних доріг загального користування.

Кут перетину ПЛ з автомобільними дорогами не нормується.

2.5.215. У разі перетину автомобільних доріг категорій ІА й ІБ опори ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерного типу нормальної конструкції.

На ПЛ з підвісними ізоляторами і перерізом алюмінієвої частини проводу 120 мм² і більше натяжні ізоляційні підвіси повинні бути дволанцюговими з окремим кріпленням кожного ланцюга до опори.

Допускається в прогоні перетину доріг категорій ІА і ІБ, обмеженому анкерними опорами, установлювати проміжні опори за межами водопропускної канами в підшві дорожнього полотна з урахуванням вимог 2.5.220. Кріпити проводи на цих опорах слід за допомогою підтримувальних дволанцюгових ізоляційних підвісів з глухими затискачами.

У разі перетину автомобільних доріг категорій П-У, І-С-Ш-С опори, які обмежують прогін перетину, можуть бути анкерного типу полегшеної конструкції або проміжними.

На проміжних опорах з підтримувальними ізоляційними підвісами проводи слід підвішувати в глухих затискачах, на опорах зі штировими ізоляторами слід застосовувати подвійне кріплення проводів на ПЛ і посилене кріплення на ПЛЗ.

2.5.216. Відстані в разі перетину та зближення ПЛ з автомобільними дорогами повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.46.

В усіх випадках зближення ПЛ з криволінійними ділянками автодоріг, які проходять по насипах, мінімальні відстані від проводів ПЛ до брівки земляного полотна дороги повинні бути не меншими від відстаней по вертикалі, зазначених у табл. 2.5.46.

Найменші відстані по вертикалі від проводів до проїзної частини дороги в нормальному режимі роботи ПЛ слід приймати:

- без урахування нагрівання проводу електричним струмом за вищої температури повітря;

- за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі згідно з 2.5.61.

2.5.217. Відстані по вертикалі від проводів ПЛ перерізом алюмінієвої

частини менше ніж 185 мм² у місцях перетину з автомобільними дорогами слід перевіряти на обрив проводу в суміжному прогоні за середньорічної температури повітря без урахування нагрівання проводів електричним струмом. Ці відстані повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.46.

2.5.218. У місцях перетину ПЛ з автомобільними дорогами по обидва боки ПЛ на дорогах слід установлювати дорожні знаки відповідно до вимог державного стандарту, а в місцях перетину ПЛ 330 кВ і вище - дорожні знаки, які забороняють зупинку транспортних засобів у охоронних зонах цих ПЛ.

Підвішувати дорожні знаки на тросах-розтяжках у межах охоронних зон ПЛ не допускається.

2.5.219. У разі зближення або перетину ПЛ зелених насаджень, розташованих уздовж автомобільних доріг, слід керуватися 2.5.166.

2.5.220. Для запобігання наїздам транспортних засобів на опори ПЛ, розташовані на відстані менше ніж 4 м від краю проїзної частини, слід застосовувати дорожні огорожі I групи.

Таблиця 2.5Л6. Найменші відстані в разі перетину та зближення ПЛ з автомобільними дорогами

Перетин, зближення або паралельне проходження	Найменші відстані, м, для ПЛ напругою, кВ						
	до 20	35-110	150	220	330	500	750
<i>Відстань по вертикалі:</i>							
- від проводу до покриття проїзної частини доріг усіх категорій	7	7	7,5	8	8,5	9,5	16
- те саме у разі обриву проводу в суміжному прогоні	5,5	5,5	5,5	5,5	6		
<i>Відстань по горизонталі:</i>							
1. У разі перетину доріг:	Висота опори						
- від основи або будь-якої частини опори до брівки земляного полотна дороги	5	5	5	5	10	10	15
- у стиснених умовах від основи або будь-якої частини опори до підшви чи насипу зовнішньої брівки кювету доріг категорій ІА, ІБ і П							
- те саме до доріг інших категорій	1,5	2,5	2,5	2,5	5	5	15
2. У разі паралельного проходження з дорогами всіх категорій:	Висота опори плюс 5 м						
- від основи або будь-якої частини опори до брівки земляного полотна дороги							
- від крайнього невідхиленого проводу до брівки земляного полотна дороги	10	15	15	15	20	30	40
- те саме в стиснених умовах	2	4	5	8	8	10	15

2.5.221. Мінімальні відстані від ПЛ до мостів автомобільних доріг з прогоном 20 м і менше слід приймати такими ж, як до відповідних автомобільних доріг за табл. 2.5.46, а з прогоном понад 20 м - визначати під час проектування ПЛ.

ПЕРЕТИН, ЗБЛИЖЕННЯ АБО ПАРАЛЕЛЬНЕ ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ІЗ

2.5.222. Кут перетину ПЛ із троллейбусними і трамвайними лініями рекомендується приймати приблизно 90° , але не менше ніж 60° .

2.5.223. У разі перетину троллейбусних і трамвайних ліній опори ПЛ, які обмежують прогін перетину, повинні бути анкерними нормальної конструкції.

Для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм^2 і більше та зі сталевими лінвами типу ТК перерізом 50 мм^2 і більше допускаються також проміжні опори з підвішуванням проводів у глухих затискачах або з подвійним кріпленням на штирових ізоляторах.

У випадку застосування анкерних опор на ПЛ з підвісними ізоляторами і нерозщепленим проводом у фазі перерізом алюмінієвої частини 120 мм^2 і більше натяжні ізоляційні підвіси повинні бути дволанцюговими з окремим кріпленням кожного ланцюга до опори.

Для ПЛЗ з проводами перерізом алюмінієвої частини 120 мм^2 і більше допускається застосовувати проміжні опори з посиленням кріпленням захищених проводів на штирових ізоляторах.

У разі будівництва нових троллейбусних і трамвайних ліній під існуючими ПЛ 500-750 кВ здійснювати перебудову ПЛ немає потреби, якщо відстані від проводів є не меншими, ніж зазначені в табл. 2.5.47.

2.5.224. Найменші відстані від проводів ПЛ у разі перетину, зближення або паралельного проходження з троллейбусними і трамвайними лініями в нормальному режимі роботи ПЛ слід приймати не меншими від зазначених у табл. 2.5.47:

- за вищої температури повітря без урахування нагрівання проводу електричним струмом;
- за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі згідно з 2.5.61.

Відстані по вертикалі від проводів ПЛ перерізом алюмінієвої частини менше ніж 185 мм^2 у місцях перетину з проводами або несучими тросами троллейбусної чи трамвайної лінії слід перевіряти в аварійному режимі на обрив проводу ПЛ у суміжному прогоні за середньорічної температури повітря без урахування нагрівання проводів електричним струмом. При цьому відстані повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.47.

У разі зближення ПЛ 110 кВ і вище з троллейбусними і трамвайними лініями відстані між проводами і заходи захисту від впливу ПЛ слід визначати відповідно до будівельних норм і правил на трамвайні і троллейбусні лінії.

2.5.225. Захист перетинів ПЛ з контактною мережею здійснюється захисними апаратами відповідно до вимог 2.5.188.

Допускається розміщувати проводи ПЛ, яка перетинає, над опорами контактної мережі за відстаней по вертикалі від проводів ПЛ до верху опор контактної мережі не менше ніж: 7м- для ПЛ напругою до 110 кВ, 8м- для ПЛ 150-220 кВ, 9м- для ПЛ 330-500 кВ і 10 м - для ПЛ 750 кВ.

Таблиця 2.5.47. Найменші відстані від проводів ПЛ у разі перетину, зближення або паралельного проходження з тролейбусними і трамвайними лініями

Перетин, зближення або паралельне проходження	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	до 20	35-110	150-220	330	500	750
Відстань по вертикалі від проводів ПЛ:						
у разі перетину з тролейбусною лінією в нормальному режимі ПЛ: - до вищої відмітки проїзної частини - до проводів контактної мережі або несучих тросів	11 3	11 3	12 4	13 5	13 5	15 7
у разі перетину з трамвайною лінією в нормальному режимі ПЛ: - до головки рейки	9,5	9,5	10,5	11, 5	11, 5	13
- до проводів контактної мережі або несучих тросів	3	3	4	5	5	
у разі обриву проводу ПЛ в суміжному прогоні до проводів або несучих тросів тролейбусної чи трамвайної лінії	1	1	2	2,5		
Відстань по горизонталі у випадку зближення або паралельного проходження:						
від крайніх невідхилених проводів ПЛ до опор тролейбусної і трамвайної контактних мереж	Не менше висоти опори					
від крайніх проводів ПЛ за найбільшого їх відхилення до опор тролейбусної і трамвайної контактних мереж на ділянках стисненої траси	3	4	6	8	10	12
від крайніх невідхилених проводів ПЛ до пунктів зупинок трамваїв і тролейбусів, кіл розвороту з робочими коліями, коліями відстою, обгону і ремонту	10	20	25	30	30	40

ПЕРЕТИН ПЛ З ВОДНИМИ ПРОСТОРАМИ

2.5.226 Кут перетину ПЛ з водними просторами (ріками, каналами, озерами, водоймищами, а також на великих переходах) не нормується.

Слід уникати, за можливості, перетину ПЛ з місцями тривалої стоянки суден (затонів, портів та інших пунктів відстою). Проходження ПЛ над шлюзами не допускається.

2.5.227. Опори, які обмежують ділянку перетину ПЛ із судноплавними водними просторами (незалежно від довжини прогонів і їх кількості на ділянці перетину) або ділянку перетину з несудноплавними просторами (у разі встановлення на ділянці перетину прогонів довжиною понад 700 м), повинні бути анкерними кінцевими.

На ділянці перетину допускається застосовувати проміжні та анкерні опори у випадку, якщо ділянку перетину відокремлено кінцевими опорами в самостійну частину ПЛ. Залежно від типу кріплення проводів, опори, установлені між кінцевими опорами (КО) чи кінцевими пристроями, можуть бути:

- проміжними (П) - з кріпленням усіх проводів на опорі за допомогою підтримувальних ізоляційних підвісів;
- анкерними (А) - з кріпленням усіх проводів на опорі за допомогою натяжних ізоляційних підвісів;
- комбінованими (ПА) - зі змішаним кріпленням проводів на опорі за допомогою як підтримувальних, так і натяжних ізоляційних підвісів.

Для ПЛ зі сталевими алюмінієвими проводами та проводами з термообробленого алюмінієвого сплаву зі сталевим осердям перерізом алюмінієвої частини для обох типів проводів 120 мм² і більше або сталевими лінвами типу ТК перерізом 50 мм² і більше допускається застосовувати проміжні опори та анкерні опори полегшеного типу; при цьому, виходячи з конкретних умов, застосовують такі схеми переходів:

- 1) однопрогінні на кінцевих опорах К-К;
- 2) двопрогінні з опорами К-П-К, К-ПА-К;
- 3) трипрогінні з опорами К-П-П-К, К-ПА-ПА-К;
- 4) чотирипрогінні з опорами К-П-П-П-К, К-ПА-ПА-ПА-К (тільки для ожеледного навантаження 12 Н/м і менше та довжин прогонів на переході не більше 1100 м);
- 5) багатопрогінні з опорами К-А... А-К;
- 6) у разі застосування опор П чи ПА перехід слід розділяти опорами на ділянки з кількістю опор на кожній ділянці не більше двох, тобто К-П-П-А... А-П-П-К, К-ПА- ПА-А... А-ПА-ПА-К (або не більше трьох згідно з підпунктом 4) цього пункту).

2.5.228. Переходи можна виконувати на одноколових і двоколових опорах.

Двоколовими рекомендується виконувати переходи в населеній місцевості, у районах промислової забудови, а також, за необхідності, у перспективі другого переходу в ненаселеній чи важкодоступній місцевості.

2.5.229. На одноколових переходах для ПЛ 330 кВ і нижче рекомендується застосовувати трикутне розташування фаз, допускається горизонтальне розташування фаз. Для ПЛ 500-750 кВ необхідно, як правило, застосовувати горизонтальне розташування фаз.

2.5.230. На двоколових переходах ПЛ до 330 кВ і нижче рекомендується розташовувати проводи в трьох ярусах, допускається також розташування проводів у двох ярусах.

2.5.231. На переходах з прогонами, які перевищують прогони основної лінії не більше ніж у 1,5 раза, рекомендується перевіряти доцільність застосування проводу тієї ж марки, що і на основній лінії. На переходах ПЛ до 100 кВ рекомендується перевіряти доцільність застосування як проводів сталевих лінв, якщо це можливо за електричним розрахунком проводів.

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ

На перетині ПЛ із судноплавними водними просторами, виконаних на проміжних опорах з кріпленням проводів у глухих затискачах, відстані по вертикалі від проводів ПЛ перерізом алюмінієвої частини менше ніж 185 мм^2 до суден слід перевіряти на обрив проводу в суміжному прогоні за середньорічної температури повітря без вітру й ожеледі без урахування нагрівання проводів електричним струмом. Для перерізу алюмінієвої частини 185 мм^2 і більше перевірку в аварійному режимі виконувати немає потреби.

2.5.232. Відстань від нижньої точки провисання проводів ПЛ у нормальному та аварійному режимах до рівня високих (паводкових) вод на судноплавних ділянках рік, каналів, озер і водоймищ слід визначати як суму максимального габариту суден і найменшої відстані від проводів ПЛ до габариту суден за табл. 2.5.48. Стрілу провисання проводу в цьому випадку визначають за вищої температури повітря без урахування нагрівання проводів електричним струмом.

Рівень високих (паводкових) вод приймають з імовірністю перевищення (забезпеченість) 0,02 (повторюваність 1 раз за 50 років) для ПЛ 330 кВ і нижче. Для ПЛ 500-750 кВ забезпеченість повинна становити 0,01 (повторюваність 1 раз за 100 років).

Відстані від нижньої точки провисання проводу ПЛ до рівня льоду повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.48. Стрілу провисання проводу в цьому випадку визначають за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі згідно з 2.5.61.

2.5.233. Відстані від нижньої точки провисання проводів ПЛ у нормальному режимі до рівня високих (паводкових) вод на несудноплавних ділянках рік, каналів, озер і водоймищ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.48. Стрілу провисання проводу в цьому випадку визначають за температури повітря $15 \text{ }^\circ\text{C}$ без урахування нагрівання проводів електричним струмом.

Відстані від нижньої точки провисання проводів ПЛ до рівня льоду повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.48. Стрілу провисання проводу в цьому випадку визначають за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за температури повітря під час ожеледі згідно з 2.5.61.

2.5.234. Місця перетину ПЛ із судноплавними і сплавними ріками, озерами, водоймищами і каналами слід позначати на берегах сигнальними знаками згідно з правилами плавання внутрішніми водними шляхами.

Знаки «Дотримуй надводного габариту» встановлюють по одному на кожному березі на відстані 100 м вище або нижче (за течією) осі повітряного переходу. За ширини ріки до 100 м щити знаків встановлюють безпосередньо на опорі ПЛ на висоті не менше ніж 5 м.

Опори великого переходу повинні мати денне маркування (фарбування) і сигнальне освітлення відповідно до 2.5.254.

Попереджувальні навігаційні знаки встановлюють власники ПЛ. Розміри знака, колір і режим горіння вогнів повинні відповідати державним стандартам.

Таблиця 2.5.48. Найменша відстань у разі перетину ПЛ з водними просторами

Відстань	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	до 110	150	220	330	500	750
Для судноплавних ділянок рік, каналів, озер і водосховищ від проводів по вертикалі:						
- до максимального габариту суден або сплаву в нормальному режимі ПЛ	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,5
- те саме, але в разі обриву проводу в суміжному прогоні	0,5	1,0	1,0	1,5		
- до верхніх робочих площадок обслуговування суден (верх рубки і т.ін.) у затоках, портах і інших пунктах відстою				11,0	15,5	23,0
- до рівня льоду	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	12,0
Для несудноплавних ділянок рік, каналів, озер і водоймищ від проводів по вертикалі:						
- до рівня високих вод*	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	10,0
- до рівня льоду	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	12,0
* Найменша відстань, яка дає можливість пропускати плавні засоби висотою до 3,5 м.						

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО МОСТАХ

2.5.235. Прокладати ПЛ 1 кВ і вище на мостах різного призначення, як правило, не допускається.

За обґрунтованої необхідності допускається проходження ПЛ по мостах, побудованих з негорючих матеріалів. У цьому випадку опори або підтримувальні пристрої, які обмежують прогони з берега на міст і через розвідну частину мосту, повинні бути анкерними нормальної конструкції. Усі інші підтримувальні пристрої на мостах можуть бути проміжного типу. На цих пристроях з підтримувальними ізоляційними підвісами проводи слід підвішувати в глухих затискачах. Застосовувати штирові ізолятори не допускається, за винятком ПЛЗ, на яких кріплення проводів здійснюється спіральними пружинними в'язками.

2.5.236. На металевих залізничних мостах з проїздом по нижній його частині, забезпечених по всій довжині верхніми зв'язками, проводи допускається розташовувати безпосередньо над прогонною будовою моста вище від зв'язок або за її межами. Розташовувати проводи в межах габариту наближення будови, а також у межах ширини, зайнятої елементами контактної мережі електрифікованих залізниць, не допускається. Відстані від проводів ПЛ до всіх ліній залізниці, прокладених по конструкції мосту, приймають, як для стиснених ділянок траси згідно з 2.5.209.

На міських і шосейних мостах допускається розташовувати проводи як за межами прогонної будови, так і в межах ширини пішохідної і проїзної частин мосту.

На мостах, які перебувають під охороною, допускається розташовувати проводи ПЛ нижче від відмітки пішохідної частини.

2.5.237. Найменші відстані від проводів ПЛ до різних частин мостів слід

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ

приймати, як до будівель і споруд згідно з табл. 2.5.32 (2.5.169) і табл. 2.5.33 без урахування обриву проводів у суміжному прогоні. Найменші відстані від проводів ПЛ до різних частин мостів слід приймати відповідно до вимог організацій, у власності яких перебувають ці мости. При цьому найбільшу стрілу провисання проводів слід вибирати шляхом зіставлення стріл провисання за вищої температури повітря і під час ожеледі.

ПРОХОДЖЕННЯ ПЛ ПО ГРЕБЛЯХ І ДАМБАХ

2.5.238. У разі проходження ПЛ по греблях, дамбах і т. ін. будь-які відстані від невідхилених і відхилених проводів до різних частин гребель або дамб у нормальному режимі роботи ПЛ повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.49.

Відстані по вертикалі в нормальному режимі роботи ПЛ слід приймати не меншими від зазначених у табл. 2.5.49:

- за вищої температури повітря без урахування нагрівання проводу електричним струмом;
- за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і температури повітря під час ожеледі згідно з 2.5.61.

Таблиця 2.5.49. Найменші відстані від проводів ПЛ до різних частин гребель і дамб

Частини гребель і дамб	Найменша відстань, м, для ПЛ напругою, кВ					
	до 110	150	220	330	500	750
Гребінь і бровка відкосу	6	6,5	7	7,5	8	12
Нахилена поверхня відкосу	5	5,5	6	6,5	7	9
Поверхня води, яка переливається через дамбу	4	4,5	5	5,5	6	7

2.5.239. Якщо ПЛ проходить по греблях і дамбах, на яких прокладено шляхи сполучення, то лінія повинна задовольняти також вимоги, яких необхідно дотримуватися в разі перетину та зближення з відповідними об'єктами шляхів сполучення.

При цьому відстані по горизонталі від будь-якої частини опори до шляхів сполучення слід приймати, як для ПЛ на ділянках стисненої траси. Відстані до пішохідних доріжок і тротуарів не нормуються.

Розташовувати проводи в межах габариту наближення будівель, а також у межах ширини, зайнятої елементами контактної мережі електрифікованих залізниць, не допускається.

Допускається розташовувати проводи ПЛ у межах полотна автомобільної дороги, пішохідних доріжок і тротуарів.

ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З ВИБУХО-ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИМИ УСТАНОВКАМИ

2.5.240. Зближення ПЛ з будівлями, спорудами та зовнішніми технологічними установками, пов'язаними з видобуванням, транспортуванням, виробництвом, виготовленням, використанням або збереженням вибухонебезпечних, вибухо-пожежонебезпечних і пожежонебезпечних речовин, а також з вибухо- і пожежонебезпечними зонами, слід виконувати відповідно до норм, затверджених у встановленому порядку.

Якщо норми зближення не передбачено нормативними документами, то відстані від осі траси ПЛ до зазначених будівель, споруд, зовнішніх установок і зон повинні становити не менше полуторної висоти опори.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З НАДЗЕМНИМИ І НАЗЕМНИМИ ТРУБОПРОВОДАМИ, СПОРУДАМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАФТИ І ГАЗУ ТА КАНАТНИМИ ДОРОГАМИ

2.5.241. Кут перетину ПЛ з надземними і наземними газопроводами, нафтопроводами, нафтопродуктопроводами, трубопроводами зріджених вуглеводневих газів, аміакопроводами (далі - трубопроводи для транспортування горючих рідин і газів), а також з пасажирськими канатними дорогами рекомендується приймати близьким до 90°.

Кут перетину ПЛ з надземними і наземними трубопроводами для транспортування негорючих рідин і газів, а також з промисловими канатними дорогами не нормується.

2.5.242. Перетин ПЛ 110 кВ і вище з надземними і наземними магістральними і промисловими трубопроводами (далі - магістральні трубопроводи) для транспортування горючих рідин і газів, як правило, не допускається.

Допускається перетин цих ПЛ з діючими однопровідними наземними магістральними трубопроводами для транспортування горючих рідин і газів, а також з діючими технічними коридорами цих трубопроводів у разі прокладання трубопроводів у насипі.

У прогонах перетину з ПЛ надземні і наземні трубопроводи для транспортування горючих рідин і газів, крім прокладених у насипі, слід захищати огорожами, які виключають попадання проводів на трубопровід як у разі їхнього обриву, так і необірваних проводів під час падіння опор, які обмежують прогін перетину.

Огорожі слід розраховувати на навантаження від проводів у разі їхнього обриву або під час падіння опор ПЛ, які обмежують прогін перетину, і на термічну стійкість під час протікання струмів КЗ.

Огорожі слід установлювати з обох боків перетину на відстані від трубопроводу, яка дорівнює висоті опори. Ширина огорожі має перевищувати відстань від проекції крайніх відхилених проводів ПЛ на 3 м - для ПЛ до 20 кВ, на 4 м - для ПЛ 35-220 кВ і на 8 м - для ПЛ 330-750 кВ. Відстань від опор ПЛ до огорожі слід установлювати, як до надземних трубопроводів.

2.5.243. Опори ПЛ, які обмежують прогін перетину з надземними і наземними трубопроводами, а також з канатними дорогами, повинні бути анкерними нормальної конструкції. Для ПЛ зі сталевими проводами перерізом

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ 379
алюмінієвої частини 120 мм¹¹ і більше або зі сталевими лінвами перерізом 50 мм²
і більше, за винятком ПЛ, які перетинають пасажирські канатні дороги, допуска-
ються анкерні опори полегшеної конструкції або проміжні опори.
Підтримувальні затискачі на проміжних опорах повинні бути глухими.

У прогонах перетину ПЛ з трубопроводами для транспортування горючих
рідин та газів проводи і троси не повинні мати з'єднань.

2.5.244. Проводи ПЛ слід розташовувати над надземними трубопроводами і
канатними дорогами. У виняткових випадках допускається проходження ПЛ
напругою до 220 кВ під канатними дорогами, що повинні мати містки або сітки
для огорожування проводів ПЛ. Кріпити містки і сітки на опорах ПЛ не
допускається.

Відстані по вертикалі від ПЛ до містків, сіток і огорож (2.5.242) повинні бути
такими ж, як до надземних і наземних трубопроводів і канатних доріг (табл.
2.5.50).

2.5.245. У прогонах перетину з ПЛ металеві трубопроводи, крім прокладених
у насипу, канатні дороги, а також огорожі, містки і сітки слід заземлювати. Опір,
який забезпечується шляхом застосування штучних заземлювачів, повинен бути
не більше ніж 10 Ом.

2.5.246. Відстані в разі перетину, зближення і паралельного проходження
ПЛ з надземними і наземними трубопроводами та канатними дорогами повинні
бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.501.

Відстані по вертикалі в нормальному режимі роботи ПЛ слід приймати не
меншими від значень, вказаних у табл. 2.5.50.

- за вищої температури повітря без урахування нагрівання проводів елек-
тричним струмом;
- за розрахункового ожеледного навантаження згідно з формулою (2.5.1) і за
температури повітря під час ожеледі згідно з 2.5.61.

В аварійному режимі відстані перевіряють для ПЛ з проводами перерізом
алюмінієвої частини, меншим ніж 185 мм², за середньорічної температури без
ожеледі і вітру; для ПЛ з проводами перерізом алюмінієвої частини 185 мм² і
більше перевірка в разі обриву проводу не потрібна.

Траса ПЛ напругою 110 кВ і вище за паралельного проходження з тех-
нічними коридорами надземних і наземних магістральних нафтопроводів і
нафтопродуктопроводів повинна проходити, як правило, на місцевості з від-
мітками рельєфу, вищими ніж відмітки технічних коридорів магістральних
нафтопроводів і нафтопродуктопроводів.

2.5.247. Відстань від крайніх невідхилених проводів ПЛ до продувних свічок,
установлених на магістральних газопроводах, необхідно приймати не меншою
ніж 300 м.

На ділянках стисненої траси ПЛ ця відстань може бути зменшена до 150 м, за
винятком багатокілевих ПЛ, розташованих як на спільних, так і на окремих
опорах.

які входять до складу трубопроводів, визначають за відомчими нормами.

Таблиця 2.5.50. Найменша відстань від проводів ПЛ до наземних, надземних трубопроводів, канатних доріг

Перетин, зближення або паралельне проходження	Найменша відстань*, м, для ПЛ напругою, кВ							
	до	35	11	15	22	33	50	75
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Відстань по вертикалі (у просвіті) в разі перетину.								
- від невідхилених проводів ПЛ до будь-якої частини трубопроводів (насипу), захисних пристроїв, трубопроводу або канатної дороги в нормальному режимі;	з**	4	4	4,5	5	6	8	12
- те саме в разі обриву проводу в суміжному прогоні;	2**	2* *	2* *	2,5	3	4	-	-
Відстані по горизонталі:								
<i>У разі зближення і паралельного проходження від крайнього невідхиленого проводу до будь-якої частини:</i>								
- магістрального нафтопроводу і нафтопродуктопроводу	50 м, але не менше висоти опори							
- газопроводу з надлишковим тиском понад 1,2 МПа (магістрального газопроводу)	Не менше подвійної висоти опори, але не менше 50 м							
- трубопроводу зріджених вуглеводневих газів	Не менше 1000 м							
- аміакопроводу	Трикратна висота опори, але не менше 50 м							
- немагістральних нафтопроводу і нафтопродуктопроводу, газопроводу з надлишковим тиском газу 1,2 МПа і менше, водопроводу, каналізації (напірної і самопливної), водостоку, теплової	Не менше висоти опори***							
Приміщення з вибухонебезпечними зонами і зовнішніми вибухонебезпечними установками:								
- компресорних (К) і газорозподільних станцій (ГРС):								
- на газопроводах з тиском понад 1,2 МПа	80 80 100 120 140 160 180 200							
- на газопроводах з тиском газу 1,2 МПа і менше	Не менше висоти опори плюс 3 м							
- нафтоперекачувальних станцій (НПС)	40 40 60 80 100 120 150 150							
<i>У разі перетину від основи опори ПЛ до будь-якої частини:</i>								
- трубопроводу, захисних пристроїв трубопроводу або канатної дороги	Не менше висоти опори							
- те саме на ділянках траси в стиснених умовах	3	4	4	4,5	5	6	6, 5	15
* Зазначені в таблиці відстані приймаються до межі насипу або захисного пристрою. ** У разі прокладення трубопроводу в насипі відстань до насипу збільшується на 1 м. *** Якщо висота надземної споруди перевищує висоту опори ПЛ, відстань між цією спорудою і ПЛ слід приймати не меншою, ніж								

2.5.248. На ділянках перетину ПЛ з новозбудованими надземними і наземними магістральними трубопроводами останні на відстані по 50 м у обидва

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ 381
боки від проекції крайнього невідхиленого проводу повинні мати для ПЛ до 20 кВ категорію, яка відповідає вимогам будівельних норм і правил, а для ПЛ 35 кВ і вище - на одну категорію вище. Переведення існуючих магістральних трубопроводів у підвищену категорію в разі перетину і зближення з ПЛ, які будуються, не потрібне.

ПЕРЕТИН І ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З ПІДЗЕМНИМИ ТРУБОПРОВОДАМИ

2.5.249. Кут перетину ПЛ 35 кВ і нижче з підземними магістральними газопроводами, нафтопроводами, нафтопродуктопроводами, трубопроводами для транспортування горючих рідин і газів не нормується.

Кут перетину ПЛ 110 кВ і вище з новоспоруджуваними підземними магістральними трубопроводами для транспортування горючих рідин і газів, а також з діючими технічними коридорами цих трубопроводів повинен бути не меншим ніж 60°.

Кут перетину ПЛ з підземними газопроводами з надлишковим тиском газу 1,2 МПа і менше, немагістральними нафтопроводами, нафтопродуктопроводами, трубопроводами зріджених вуглеводневих газів і аміакопроводами, а також з підземними трубопроводами для транспортування негорючих рідин і газів не нормується.

2.5.250. Відстані в разі перетину, зближення і паралельного проходження ПЛ з підземними трубопроводами повинні бути не меншими від зазначених у табл. 2.5.51.

У виняткових випадках допускається під час проектування зменшувати до 50% відстані (наприклад, якщо ПЛ проходить по територіях електростанцій, промислових підприємств, по вулицях міст тощо), зазначені в пункті 3 (табл. 2.5.51).

При цьому слід передбачати захист фундаментів опор ПЛ від можливого їх підмивання, якщо пошкоджено зазначені трубопроводи, а також захист, який запобігає винесенню небезпечних потенціалів на металеві трубопроводи.

Відстані від крайніх невідхилених проводів ПЛ до продувних свічок, установлених на газопроводах з тиском газу понад 1,2 МПа (магістральних газопроводах), і до приміщень з вибухонебезпечними зонами і зовнішніми вибухонебезпечними установками КС, ГРС і НПС слід приймати, як для надземних і наземних трубопроводів згідно з 2.5.247 і табл. 2.5.50 відповідно.

2.5.251. Новозбудовані підземні магістральні газопроводи і нафтопроводи на ділянках зближення і паралельного проходження поряд ПЛ у разі прокладання їх на відстанях, менших від зазначених у пункті 1 (табл. 2.5.51), повинні мати категорію:

- для газопроводів і ПЛ 500-750 кВ - не нижче ніж II;
- для газопроводів і ПЛ 330 кВ і нижче - не нижче ніж III;
- для нафтопроводів і ПЛ понад 1 кВ - не нижче ніж III.

Новозбудовані підземні магістральні трубопроводи в разі перетину їх з ПЛ у межах охоронної зони ПЛ повинні відповідати будівельним нормам і правилам.

Таблиця 2.5.51. Найменші відстані по горизонталі від ПЛ до підземних мереж

Перетин, зближення або паралельне проходження	Найменші відстані, м, для ПЛ напругою, кВ							
	до 20	35	110	150	220	330	500	750
1. У разі зближення, паралельного проходження від крайнього невідхиленого проводу до будь-якої частини:								
- магістральних нафтопроводів, нафтопродуктопроводів, аміакопроводів, газопроводів з тиском газу понад 1,2 МПа (магістральні газопроводи)	10	15	20	25	25	30	40	40
- трубопроводів зріджених вуглеводневих газів	Не менше 1000 м							
2. У разі наближення і паралельного проходження в стиснених умовах і в разі перетину від заземлювача або підземної частини (фундаментів) опори до будь-якої частини трубопроводів, зазначених у	5	5	10	10	10	15	25	25
3. У разі перетину, зближення і паралельного проходження від заземлювача або підземної частини (фундаментів) опори:								
- до немагістральних нафтопроводів, нафтопродуктопроводів, трубопроводів зріджених вуглеводневих газів і аміакопроводів і до газопроводів з тиском газу 1,2 МПа і менше	5	5	10	10	10	10	10	25
- до водопроводу, каналізації (напірної і самопливної), водостоків, дренажів теплових мереж	2	2	3	3	3	3	3	10

ЗБЛИЖЕННЯ ПЛ З АЕРОДРОМАМИ

2.5.253. У районах аеродромів і повітряних трас ПЛ слід розміщувати відповідно до вимог будівельних норм і правил на аеродроми, планування і забудови міських та сільських поселень.

2.5.254. Відповідно до Посібника з експлуатації цивільних аеродромів для безпеки польотів повітряних суден опори ПЛ, розташовані на аеродромній території і на місцевості в межах повітряних трас, які порушують чи погіршують умови безпеки польотів, а також опори висотою 100 м і більше незалежно від місця їхнього розташування повинні мати денне маркування (фарбування) і світлоогорожу.

Маркування і світлоогорожу опор ПЛ повинні виконувати підприємства й організації, які їх будують та експлуатують.

Необхідність і характер маркування і світлоогорожі опор ПЛ, які проектують, для кожного конкретного випадку визначають відповідні органи цивільної авіації під час узгодження будівництва.

Денне маркування і світлоогорожу опор ПЛ виконують відповідно до нормативних документів з експлуатації об'єктів цивільної авіації. При цьому треба

дотримуватися таких умов:

1) денне маркування повинне мати два маркувальних кольори: червоний (жовтогарячий) і білий. Опори висотою до 100 м слід маркувати від верхньої точки на 1/3 висоти горизонтальними смугами, які чергуються за кольором, шириною 0,5-6 м. Кількість смуг повинна бути не менше трьох, причому крайні смуги слід фарбувати в червоний (жовтогарячий) колір. На приаеродромній території міжнародних аеропортів і повітряних трас міжнародного призначення опори слід маркувати горизонтальними смугами, які чергуються за кольором тієї ж ширини зверху до основи.

Опори висотою понад 100 м слід маркувати від верху до основи смугами, які чергуються за кольором, шириною, що визначають нормативні документи з експлуатації об'єктів цивільної авіації, але не більше ніж 30 м;

2) для світлозахисту опор слід використовувати загороджувальні вогні, які встановлюють на найвищій частині (точці) і нижче через кожні 45 м. Відстані між проміжними ярусами, як правило, повинні бути однаковими. Для опор, розміщених усередині забудованих районів, світлоогорожу виконують зверху вниз до висоти 45 м над середнім рівнем висоти забудови;

3) у верхніх точках опор слід встановлювати по два вогні (основний і резервний), які працюють одночасно, або по одному, за наявності пристрою для автоматичного увімкнення резервного вогню в разі пошкодження основного.

Автомат увімкнення резервного вогню повинен працювати так, щоб у випадку його пошкодження залишалися увімкненими обидва загороджувальні вогні;

4) загороджувальні вогні слід встановлювати так, щоб за ними можна було спостерігати з усіх напрямків у межах від зеніту до 5° нижче горизонту;

5) загороджувальні вогні повинні бути постійного випромінювання у вигляді червоного кольору із силою світла у всіх напрямках не менше ніж 10 кд.

Для світлозахисту опор, які розміщені поза зоною аеродромів і не мають навколо себе сторонніх вогнів, можна використовувати вогні білого кольору, які працюють у проблісковому режимі. Сила загороджувального вогню повинна бути не менше ніж 10 кд, а частота проблісків - не менше ніж 60 за 1 хв.

Під час установа на опори кількох пробліскових вогнів слід забезпечувати одночасність проблісків;

6) засоби світлового захисту аеродромних перешкод за умовами електропостачання повинні відноситись до споживачів I категорії, і їх електропостачання слід здійснювати по окремих лініях, підключених до підстанцій. Лінії потрібно забезпечувати аварійним резервним живленням. Рекомендується передбачати АВР;

7) увімкнення і вимкнення світлового захисту перешкод у районі аеродрому виконують власники ПЛ і диспетчерський пункт аеродрому згідно із заданим режимом роботи. На випадок відмови автоматичних пристроїв для увімкнення загороджувальних вогнів слід передбачати можливість увімкнення загороджувальних вогнів вручну;

8) для забезпечення зручного і безпечного обслуговування слід передбачати площадки в місцях розміщення сигнальних вогнів і обладнання, а також драбини для доступу до цих площадок. Для цього слід використовувати площадки і драбини, які передбачаються на опорах ПЛ.

Додаток А до
глави 2.5

«Повітряні лінії електропередавачів напругою вище 1 кВ до 750 кВ» (обов'язковий)

**МЕТОДИКА ПЕРЕВІРКИ КЛІМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ДЛЯ ЛІНІЙ
КЛАСІВ БЕЗВІДМОВНОСТІ З КБ14 КБ**

А.1. Основою для перевірки розрахункових навантажень ліній класів безвідмовності ЗКБ та 4КБ є імовірнісні показники прояву максимальних річних значень швидкості вітру та ожеледно-вітрових навантажень, які слід визначати на підставі матеріалів багаторічних спостережень гідрометеорологічних станцій і постів, розташованих у районі прокладання траси лінії.

Дані фактичних спостережень необхідно приводити до стандартних умов, а саме: для проводу діаметром 10 мм на висоті 10 м над поверхнею землі. За швидкістю вітру дані спостережень необхідно приводити до однорідного за періодичністю та приладами вимірювання ряду з інтервалом усереднення 10 хв.

На підставі оброблення матеріалів багаторічних спостережень обчислюють значення імовірнісних показників прояву кліматичних чинників - математичного очікування m_z і коефіцієнта варіації C_z для стандартних умов. Дані щодо значень m_z і C_z для метеостанцій гідрометеослужби України містяться в спеціальному кліматичному довіднику.

Кліматичне навантаження a , від кожного кліматичного чинника обчислюють за формулою загального виду:

$$a_z = m_z (1 + B C_z), \quad (A.1)$$

де m_z - математичне очікування статистичного ряду спостережень;

C_z - коефіцієнт варіації статистичного ряду спостережень;

B - коефіцієнт безвідмовності за табл. А. 1.

Таблиця А. 1. Коефіцієнт безвідмовності B для ЗКБ і 4КБ залежно від періоду спостережень

Період спостережень, роки	Повторюваність для 3 КБ, роки		Повторюваність для 4 КБ, роки	
	15	150	25	500
30	1,92	4,02	2,39	5,10
35	1,89	3,96	2,36	5,03
40	1,87	3,91	2,33	4,97
45	1,85	3,87	2,30	4,92
50	1,83	3,84	2,28	4,88

А.2. Розрахункове значення навантаження від ожеледі на лінійних елементах кругового перерізу $O_{mp\%}$ Н/м, обчислюють згідно з формулою (2.5.1), за умови, що g_{mp} Н/м, обчислюють за формулою:

$$g_{mp} = m_g (1 + B C_g), \quad (A.2)$$

де m_g - математичне очікування максимального навантаження від ожеледі відповідно до даних спеціального кліматичного довідника, Н/м;

B - коефіцієнт безвідмовності за табл. А. 1 для конкретного періоду спостережень на певній метеостанції;

C_g - коефіцієнт варіації максимального навантаження від ожеледі відповідно до даних спеціального кліматичного довідника.

А.3. Розрахункове значення навантаження від ожеледі на площинних елементах конструкцій G_{mg} Н, обчислюють згідно з формулою (2.5.3) на підставі значення стінки ожеледі B , мм, яке визначають за даними табл. Б. 1 з

урахуванням розрахункового значення ожеледного навантаження g_{mp} , Н/м, яке обчислюють відповідно до А. 2.

А.4. Розрахункове значення максимального тиску вітру на площинні елементи конструкцій W_t , Па, обчислюють згідно з формулою (2.5.4), за умови, що W_{om} , Па, обчислюють за формулою:

$$W = m_{om} (1 + BC) w^p, \quad (A.3)$$

де m_w - математичне очікування максимального вітрового тиску відповідно до даних спеціального кліматичного довідника, Па;

B - коефіцієнт безвідмовності за табл. А. 1 для конкретного періоду спостережень на певній метеостанції;

C_w - коефіцієнт варіації максимального вітрового тиску відповідно до даних спеціального кліматичного довідника.

А. 5. Розрахункове вітрове навантаження на проводи і троси ліній у режимі максимального вітру без ожеледі P_m обчислюють згідно з формулою (2.5.11) за умови, що W_{om} обчислюють за формулою (А.3).

А.6. Розрахункове значення тиску вітру під час ожеледі на площинні елементи конструкцій W_g , Па, обчислюють згідно з формулою (2.5.15) за умови, що W^0 , Па, обчислюють за формулою:

$$W^0 = m_{wg} JI + BC J, \quad (A.4)$$

де m_{wg} - математичне очікування тиску вітру під час ожеледі відповідно до даних спеціального кліматичного довідника, Па;

B - коефіцієнт безвідмовності за табл. А. 1 для конкретного періоду спостережень на певній метеостанції;

C_{wg} - коефіцієнт варіації тиску вітру під час ожеледі відповідно до даних спеціального кліматичного довідника.

А.7. Розрахункове навантаження від дії вітру під час ожеледі $<J_m$, Н/м, на проводи і троси ліній обчислюють згідно з формулою (2.5.17) за умови, що Q_{om} , Н/м, обчислюють за формулою:

$$Q_{om} = m_Q J (1 + BC) J, \quad (A.5)$$

де m_Q - математичне очікування вітрового тиску під час ожеледі відповідно до даних спеціального кліматичного довідника, Н/м;

B - коефіцієнт безвідмовності за табл. А.1 для конкретного періоду спостережень на певній метеостанції;

C_Q - коефіцієнт варіації дії вітру під час ожеледі відповідно до даних спеціального кліматичного довідника.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ КЛІМАТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ДЛЯ ГІРСЬКОЇ МІСЦЕВОСТІ

Б. 1. Для гірських місцевостей на висоті понад 400 м над рівнем моря кліматичні навантаження залежать від висоти розташування ПЛ над рівнем моря H_z (у метрах) та градієнта зміни характеристичного навантаження від висоти, який враховується за допомогою коефіцієнта K_{zip} , який обчислюють за формулою:

$$*^{\circ}p \text{ юо}$$

при $H_z > 400$ м; $K_{zip} = 0$ при $H_z < 400$ м.

За допомогою цього коефіцієнта визначають орієнтовне значення кліматичних навантажень, які для ліній класів безвідмовності ЗКБ і 4КБ слід уточнювати за даними метеорологічних спостережень. За наявності результатів метеорологічних спостережень за кліматичними чинниками, проведених у зоні будівництва ПЛ, характеристичні значення кліматичних навантажень визначають за результатами статистичного оброблення результатів вимірювань. За відсутності відповідних результатів метеорологічних спостережень характеристичні значення кліматичних навантажень визначають за спеціальними кліматологічними методиками.

Розрахункові значення кліматичних навантажень в гірській місцевості визначаються згідно з п. 2.5.33, 2.5.37, 2.5.39, 2.5.49, 2.5.51, 2.5.54, 2.5.58-2.5.60 із заміною у відповідних формулах характеристичних значень кліматичних навантажень на характеристичні значення в гірській місцевості, які розраховані згідно з вимогами п. Б.2-Б.9.

Під час розрахунків проводів H_z слід приймати як середнє між висотами точок установлення суміжних опор ПЛ.

Б.2. Характеристичне значення максимального навантаження від ожеледі $Zrgip^* N/m^*$ на лінійних елементах ПЛ для гірської місцевості обчислюють за формулою:

$$^{\wedge}P_{zip} \&P \&P^{\wedge}g_{zip}^{\circ} \quad (Б.2)$$

N_{ip} - характеристичне значення максимального навантаження від ожеледі, Н/м, для рівнинної місцевості за 2.5.35;

g_p^{zip} - градієнт підвищення характеристичного значення навантаження від ожеледі для гірської місцевості, який дорівнює 15 Н/м;

K_p^{\wedge} - коефіцієнт впливу на навантаження висоти розташування об'єкта над рівнем моря, який обчислюють за формулою (Б.1).

Б.3. Характеристичне значення стінки ожеледі B , мм, на площинних елементах ПЛ для гірської місцевості обчислюють залежно від максимальної ваги ожеледі P_{zip} за формулою (Б.2) і даними табл. Б. 1.

Таблиця Б.1

Вага ожеледі» Н/м	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
Стінка ожеледі B , мм	12	15	16	19	22	26	28	34	39	43	47	51	54	57
Примітка. Проміжні значення величин обчислюють за допомогою лінійної інтерполяції.														

Б.4. Характеристичне значення максимального тиску вітру U_{0zip} , Па, у гірській місцевості обчислюють за формулою:

$$U_{0zip} = U_0 \cdot K_p \quad (Б.3)$$

де U_0 - характеристичне значення максимального тиску вітру, Па, для рівнинної місцевості за 2.5.41;

$U_{0zip} \sim$ градієнт підвищення характеристичного значення максимального тиску вітру для гірської місцевості, який дорівнює 15 Па;

K_p - коефіцієнт впливу на навантаження висоти розташування об'єкта над рівнем моря, який обчислюють за формулою (Б.1).

Б. 5. Характеристичне значення тиску вітру під час ожеледі U_{0zip} Па, у гірській місцевості обчислюють за формулою:

$$U_{0zip} = U_0 \cdot K_p + C_{og} \cdot K_{og} \quad (Б.4)$$

де U_0 - характеристичне значення тиску вітру під час ожеледі, Па, для рівнинної місцевості за 2.5.53;

C_{og} - градієнт підвищення характеристичного значення тиску вітру під час ожеледі для гірської місцевості, який дорівнює 65 Па;

K_p - коефіцієнт впливу на навантаження висоти розташування об'єкта над рівнем моря, який обчислюють за формулою (Б.1).

Б.6. Характеристичне значення навантаження від дії вітру $J_{0гор}$ Н/м, на провід, вкритий ожеледдю, для гірської місцевості обчислюють за формулою:

$$J_{0гор} = J_{гор} \cdot K_p \quad (Б.5)$$

де α - характеристичне значення навантаження від дії вітру на провід, вкритий ожеледдю, Н/м, для рівнинної місцевості за 2.5.56;

α^{zip} - градієнт підвищення характеристичного значення навантаження від дії вітру на провід, вкритий ожеледдю, для гірської місцевості, який дорівнює 8 Н/м;

κ_{zip} - коефіцієнт впливу на навантаження висоти розташування об'єкта над рівнем моря, який обчислюють за формулою (Б.1).

Б. 7. Середньорічну температуру повітря i_{ezip} для гірської місцевості обчислюють за формулою:

де i_e - середньорічна температура повітря за 2.5.58;

i^*p - градієнт підвищення середньорічної температури повітря для гірської місцевості, який дорівнює мінус 0,6 °С;

κ_{zip} - коефіцієнт впливу на навантаження висоти розташування об'єкта над рівнем моря, який обчислюють за формулою (Б.1).

Б.8. Мінімальну температуру повітря i_{minzip} для гірської місцевості обчислюють за формулою:

$$i_{minzip} = i_{min} + \alpha^{zip} P u, \quad (Б. 7)$$

де i_{min} - мінімальна температура повітря за 2.5.59;

i_{min}^{zip} - градієнт підвищення мінімальної температури повітря для гірської місцевості

де κ_{zip} - коефіцієнт впливу на навантаження висоти розташування об'єкта над рівнем моря, який обчислюють за формулою (Б.1).

Б.9. Максимальну температуру повітря t_{maxzip} для гірської місцевості обчислюють за формулою:

де t_{max} - максимальна температура повітря за 2.5.60;

t_{max}^{zip} - градієнт підвищення максимальної температури повітря для гірської місцевості, який дорівнює мінус 0,3 °С;

κ_{zip} - коефіцієнт впливу на навантаження висоти розташування об'єкта над рівнем моря, який обчислюють за формулою (Б.1).

Б.9. Максимальну температуру повітря t_{maxzip} для гірської місцевості обчислюють за формулою:

$$t_{maxzip} = t_{max} + \alpha^{zip} P u, \quad (Б.8)$$

де t_{max} - максимальна температура повітря за 2.5.60;

t_{max}^{zip} - градієнт підвищення максимальної температури повітря для гірської місцевості, який дорівнює мінус 0,3 °С;

κ_{zip} - коефіцієнт впливу на навантаження висоти розташування об'єкта над рівнем моря, який обчислюють за формулою (Б.1).

Б. 10. Температуру повітря під час ожеледі незалежно від висоти конструкцій ПЛ для гірських районів з висотою понад 1000 м необхідно приймати мінус 10 °С.

РОЗДІЛ 3

ЗАХИСТ І АВТОМАТИКА

Глави 3.1-3.4. ПУЕ-86 (шосте видання, перероблене та доповнене).
Міністерство енергетики і електрифікації СРСР, 1986 р.
Зміна № 3.1999 р.

ГЛАВА 3.1 ЗАХИСТ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ НАПРУГОЮ ДО 1 кВ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

3.1.1. Ця глава Правил поширюється на захист електричних мереж до 1 кВ, що споруджуються як усередині будівель, так і поза ними. Додаткові вимоги до захисту мереж зазначеної напруги, викликані особливостями різних електроустановок, наведено в інших главах Правил.

3.1.2. Апаратом захисту називається апарат, що автоматично вимикає захищене електричне коло за ненормальних режимів.

ВИМОГИ ДО АПАРАТІВ ЗАХИСТУ

3.1.3. Апарати захисту за своєю вимикальною здатністю мають відповідати максимальному значенню струму КЗ на початку ділянки електричної мережі, що захищається (див. також гл. 1.4).

Допускається встановлювати апарати захисту, що є не стійкими до максимальних значень струму КЗ, а також вибрані за значенням одноразової граничної комутаційної здатності, якщо груповий апарат, який їх захищає, або найближчий апарат, розташований у напрямку до джерела живлення, забезпечує миттєве вимкнення струму КЗ, для чого необхідно, щоб струм уставки розчіплювача (відсічки) згаданих апаратів, що діє миттєво, був меншим струму одноразової комутаційної здатності кожного з групи нестійких апаратів, і якщо таке неселективне вимкнення всієї групи апаратів не загрожує аварією, псуванням дорогого устаткування та матеріалів або розладом складного технологічного процесу.

3.1.4. Номінальні струми плавких уставок запобіжників і струми уставок автоматичних вимикачів, що служать для захисту окремих ділянок мережі, у всіх випадках слід вибирати по можливості найменшими щодо розрахункових струмів цих ділянок або щодо номінальних струмів електроприймачів, але так, щоб апарати захисту не вимикали електроустановки за короткочасних перевантажень (пускові струми, піки технологічних навантажень, струми в разі самозапуску тощо).

3.1.5. Як апарати захисту мають застосовуватися автоматичні вимикачі або запобіжники. Для забезпечення вимог швидкодії, чутливості або селективності допускається в разі необхідності застосовувати засоби захисту з використанням виносних реле, електронних аналогових та цифрових пристроїв.

3.1.6. Автоматичні вимикачі та запобіжники пробкового типу мають приєднуватися до мережі так, щоб за вигвинченої пробки запобіжника (автоматичного вимикача) гвинтова гільза запобіжника (автоматичного вимикача) залишалася без напруги. У разі одностороннього живлення приєднання живильного провідника (кабелю або проводу) до апарату захисту має виконуватися, як правило, до нерухомих контактів.

3.1.7. Кожен апарат захисту повинен мати напис, який вказує значення номінального струму апарата, уставки розчіплювана і номінального струму плавкої уставки, потрібних для мережі, що ним захищається. Написи рекомендовано наносити на апарат або схему, розташовану поблизу місця встановлення апаратів захисту.

ВИБІР ЗАХИСТУ

3.1.8. Електричні мережі повинні мати захист від струмів короткого замикання, що забезпечує по можливості найменший час вимкнення і вимоги щодо селективності.

Захист має забезпечувати вимкнення пошкодженої ділянки в разі виникнення КЗ в кінці лінії, що захищається: одно-, дво- і трифазних - у мережах із глухоза- землеюю нейтраллю; дво- і трифазних - у мережах з ізольованою нейтраллю.

Надійне вимкнення пошкодженої ділянки мережі забезпечується, якщо відношення найменшого розрахункового струму КЗ до номінального струму плавкої уставки запобіжника або розчіплювача автоматичного вимикача буде не меншим від значення, наведеного у 1.7.79 і 7.3.139¹.

3.1.9. У мережах, що захищаються тільки від струмів КЗ (що не потребують захисту від перевантаження згідно з 3.1.10), за винятком протяжних мереж, наприклад сільських, комунальних, допускається не виконувати розрахункової перевірки наведеної в 1.7.79 і 7.3.139¹ кратності струму КЗ, якщо забезпечено умову, за якої стосовно тривало допустимих струмових навантажень провідників, наведених у таблицях гл. 1.3, апарати захисту мали кратність, не більшу ніж:

- 300% - для номінального струму плавкої уставки запобіжника;
- 450% - для струму уставки автоматичного вимикача, що має тільки миттєво діючий максимальний розчіплювач (відсічку), що діє миттєво;
- 100% - для номінального струму розчіплювача автоматичного вимикача з нерегульованою обернено залежною від струму характеристикою (незалежно від наявності чи відсутності відсічки);
- 125% - для струму зрушування розчіплювача автоматичного вимикача з регульованою обернено залежною від струму характеристикою; якщо на цьому автоматичному вимикачі є ще відсічки, то її кратність струму спрацьовування не обмежується.

¹ Главу 7.3 скасовано.

Наявність апаратів захисту із завищеними уставками струму не є підставою для збільшення перерізів провідників понад зазначені в гл. 1.3.

3.1.10. Мережі всередині приміщень, виконані відкрито прокладеними провідниками з горючою зовнішньою оболонкою або ізоляцією, мають бути захищеними від перевантаження.

Крім того, мають бути захищеними від перевантаження мережі всередині приміщень:

- освітлювальні мережі в житлових і громадських будівлях, у торговельних приміщеннях, службово-побутових приміщеннях промислових підприємств, включаючи мережі для побутових і переносних електроприймачів (прасок, чайників, плиток, кімнатних холодильників, пилососів, пральних і швейних машин тощо), а також у пожежонебезпечних зонах;

- силові мережі на промислових підприємствах, у житлових і громадських будівлях, торговельних приміщеннях - тільки в разі, якщо за умовами технологічного процесу або за режимом роботи мережі може виникати тривале перевантаження провідників;

- мережі всіх видів у вибухонебезпечних зонах - згідно з вимогами 7.3.94¹.

3.1.11. У мережах, що захищаються від перевантажень (див. 3.1.10), провідники слід вибирати за розрахунковим струмом, при цьому має бути забезпечено умову, щоб по відношенню до тривало допустимих струмових навантажень, наведених у таблицях гл. 1.3, апарати захисту мали кратність, не більшу ніж:

- 80% для номінального струму плавкої уставки або струму уставки автоматичного вимикача, що має тільки максимальний розчіплювач (відсічку), що діє миттєво, - для провідників із полівінілхлоридною, гумовою і аналогічною за тепловими характеристиками ізоляцією; для провідників, що прокладаються в невибухонебезпечних виробничих приміщеннях промислових підприємств, допускається 100%;

- 100% для номінального струму плавкої уставки або струму уставки автоматичного вимикача, що має тільки максимальний розчіплювач (відсічку), що діє миттєво, - для кабелів із паперовою ізоляцією;

- 100% для номінального струму розчіплювача автоматичного вимикача з нерегульованою обернено залежною від струму характеристикою (незалежно від наявності чи відсутності відсічки) - для провідників усіх марок;

- 100% для струму зрушення розчіплювача автоматичного вимикача з регульованою обернено залежною від струму характеристикою - для провідників із полівінілхлоридною, гумовою і аналогічною за тепловими характеристиками ізоляцією;

- 125% для струму зрушення розчіплювача автоматичного вимикача з регульованою обернено залежною від струму характеристикою - для кабелів із паперовою ізоляцією та ізоляцією з вулканізованого поліетилену.

3.1.12. Тривало допустиме струмове навантаження провідників відгалужень до короткозамкнених електродвигунів має бути не меншим ніж: 100% номінального струму електродвигуна в невибухонебезпечних зонах; 125% номінального струму електродвигуна - у вибухонебезпечних зонах.

¹ Нумерацію пунктів глави 1.7 змінено; главу 7.3 скасовано.

Співвідношення між тривало допустимим навантаженням провідників до короткозамкнених електродвигунів і уставками апаратів захисту в будь-якому разі не мають перевищувати зазначених у 3.1.9 (див. також 7.3.97)¹.

3.1.13. У випадках, коли необхідне допустиме тривале струмове навантаження провідника, визначене за 3.1.9 і 3.1.11, не збігається з даними таблиць допустимих навантажень, наведених у гл. 1.3, припустимим є застосування провідника найближчого меншого перерізу, але не меншого, ніж це потрібно за розрахунковим струмом.

МІСЦЯ ВСТАНОВЛЕННЯ АПАРАТІВ ЗАХИСТУ

3.1.14. Апарати захисту слід розташовувати по можливості в доступних для обслуговування місцях так, щоб було виключено можливість їх механічних пошкоджень. Установлювати треба так, щоб під час операції з ними або під час їх дії були виключені небезпека для обслуговуючого персоналу і можливість пошкодження оточуючих предметів.

Апарати захисту з відкритими струмовідними частинами мають бути доступними для обслуговування тільки кваліфікованому персоналу.

3.1.15. Апарати захисту слід установлювати, як правило, у місцях мережі, де переріз провідника зменшується (у напрямку до місця споживання електроенергії) або де це необхідно для забезпечення чутливості та селективності захисту (див. також 3.1.16 і 3.1.19).

3.1.16. Апарати захисту треба встановлювати безпосередньо в місцях приєднання захищуваних провідників до живильної лінії. Допускається у випадках необхідності приймати довжину ділянки між живильною лінією і апаратом захисту відгалуження до 6 м. Провідники на цій ділянці можуть мати переріз менший, ніж переріз провідників живильної лінії, але не менший ніж переріз провідників після апарата захисту.

Для відгалужень, що виконують у важкодоступних місцях (наприклад, на великій висоті), апарати захисту допускається встановлювати на відстані до 30 м від точки відгалуження в зручному для обслуговування місці (наприклад, на вводі до розподільного пункту, у пусковому пристрої електроприймача тощо). При цьому переріз провідників відгалуження має бути не меншим від перерізу, що визначається розрахунковим струмом, але має забезпечувати не менше ніж 10% пропускної здатності захищеної ділянки живильної лінії. Прокладання провідників відгалужень у вказаних випадках (за довжин відгалужень до 6 м і до 30 м) має проводитися: при горючих зовнішніх оболонки або ізоляції провідників - у трубах, металорукавах або коробах, у решті випадків, крім кабельних споруд, пожежоне- безпечних і вибухонебезпечних зон, - відкрито на конструкціях за умови їх захисту від можливих механічних пошкоджень.

3.1.17. У разі захисту мереж запобіжниками останні треба встановлювати на всіх нормально незаземлених полюсах або фазах. Установлювати запобіжників у нульових робочих провідниках заборонено.

3.1.18. У разі захисту мереж із глухозаземленою нейтраллю за допомогою автоматичних вимикачів розчіплювачі їх треба установлювати в усіх нормально незаземлених провідниках (див. також 7.3.99)*.

У разі захисту мереж з ізольованою нейтраллю в трипровідних мережах

¹ Главу 7.3 скасовано.

трифазного струму і двопровідних мережах однофазного або постійного струму допускається встановлювати розчіплювачі автоматичних вимикачів у двох фазах у разі трипровідних мереж і в одній фазі (полюсі) - разі двопровідних. При цьому в межах однієї й тієї самої електроустановки захист слід здійснювати в одних і тих же фазах (полюсах).

Розчіплювачі в нульових провідниках допускається встановлювати лише за умови, що в разі їх спрацьовування вимикаються від мережі одночасно всі провідники, що перебувають під напругою.

3.1.19. Апарати захисту допускається не встановлювати, якщо це доцільно за умовами експлуатації, у місцях:

1) відгалуження провідників від шин щита до апаратів, установлених на тому самому щиті; при цьому провідники треба вибирати за розрахунковим струмом відгалуження;

2) зниження перерізу живильної лінії по її довжині і на відгалуженнях від неї, якщо захист попередньої ділянки лінії захищає ділянку зі зниженим перерізом провідників або якщо незахищені ділянки лінії чи відгалуження від неї виконані провідниками, вибраними з перерізом, не меншим від половини перерізу провідників захищеної ділянки лінії;

3) відгалуження від живильної лінії до електроприймачів малої потужності, якщо лінія, що їх живить, захищена апаратом з уставкою не більше 25 А для силових електроприймачів і побутових електроприладів, а для світильників - згідно з 6.2.2;

4) відгалуження від живильної лінії провідників кіл вимірювань, керування і сигналізації, якщо ці провідники не виходять за межі відповідних машин або щита чи якщо ці провідники виходять за їх межі, але електропроводку виконано в трубах або вона має негорючу оболонку.

Не допускається встановлювати апарати захисту в місцях приєднання до живильної лінії таких кіл керування, сигналізації та вимірювання, вимкнення яких може спричинити небезпечні наслідки (вимкнення пожежних насосів, вентиляторів, що запобігають утворенню вибухонебезпечних сумішей, деяких механізмів власних потреб електростанцій тощо). У всіх випадках такі кола треба виконувати за допомогою провідників у трубах або мати негорючу оболонку. Перерізи цих кіл мають бути не меншими від наведених у 3.4.4.

ГЛАВА 3.2 РЕЛЕЙНИЙ ЗАХИСТ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

3.2.1. Ця глава Правил поширюється на пристрої релейного захисту елементів

електричної частини енергосистем, промислових та інших електроустановок вище 1 кВ: генераторів, трансформаторів (автотрансформаторів), блоків генератор — трансформатор, ліній електропередавання, шин і синхронних компенсаторів.

Захист усіх електроустановок вище 500 кВ, кабельних ліній вище 35 кВ, а також електроустановок атомних електростанцій та передавання постійного струму в цій главі Правил не розглядається.

Вимоги до захисту електричних мереж до 1 кВ, електродвигунів, конденсаторних установок, електротермічних установок див. відповідно в гл. 3.1, 5.3, 5.6 і 7.5.

Пристрої релейного захисту елементів електроустановок, не розглянуті в цій та інших главах, мають виконуватися відповідно до загальних вимог цієї глави.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

3.2.2. Електроустановки мають бути обладнаними пристроями релейного захисту, призначеними для:

а) автоматичного вимкнення пошкодженого елемента від непошкодженої частини електричної системи (електроустановки), що залишилася, за допомогою вимикачів; якщо пошкодження (наприклад, замикання на землю в мережах з ізольованою нейтраллю) безпосередньо не порушує роботу електричної системи, допускається дія релейного захисту тільки на сигнал;

б) реагування на небезпечні, ненормальні режими роботи елементів електричної системи (наприклад, перевантаження, підвищення напруги в обмотці статора гідрогенератора); залежно від режиму роботи та умов експлуатації електроустановки релейний захист має бути виконано з дією на сигнал або на вимкнення тих елементів, які не можна залишати в роботі, бо це може призвести до виникнення пошкодження.

3.2.3.3 метою здешевлення електроустановок замість автоматичних вимикачів та релейного захисту слід застосовувати запобіжники або відкриті плавкі уставки, якщо вони:

- можуть бути вибраними з необхідними параметрами (номінальна напруга і струм, номінальний струм вимикання тощо);
- забезпечують необхідну селективність і чутливість;
- не перешкоджають застосуванню автоматики (автоматичне повторне ввімкнення - АПВ, автоматичне ввімкнення резерву - АВР тощо), необхідної за умовами роботи електроустановки.

Під час використання запобіжників або відкритих плавких уставок залежно від рівня несиметрії в неповнофазному режимі та характеру навантаження, що живиться, слід розглядати необхідність установа на приймальній підстанції захисту від неповнофазного режиму.

3.2.4. Пристрої релейного захисту мають забезпечувати найменший можливий час вимкнення КЗ з метою збереження безперебійної роботи непошкодженої частини системи (стала робота електричної системи і електроустановок споживачів, забезпечення можливості відновлення нормальної роботи шляхом успішної дії АПВ і АВР, самозапуску електродвигунів, втягування в синхронізм тощо) та обмеження зони та ступеня пошкодження елемента.

3.2.5. Релейний захист, що діє на вимкнення, як правило, має забезпечувати селективність дії, з тим щоб у разі пошкодження будь-якого елемента електроустановки вимикався тільки цей пошкоджений елемент.

Допускається неселективна дія захисту (що виправляється подальшою дією АПВ або АВР):

а) для забезпечення, якщо це необхідно, прискорення вимкнення КЗ (див. 3.2.4);

б) у разі використання спрощених головних електричних схем з віддільниками в колах ліній або трансформаторів, що вимикають пошкоджений елемент у без-струмову паузу.

3.2.6. Пристрої релейного захисту з витримками часу, що забезпечують селективність дії, допускається застосовувати, якщо: у разі вимкнення КЗ з витримками часу забезпечується виконання вимог 3.2.4; захист діє як резервний (див. 3.2.15).

3.2.7. Надійність функціонування релейного захисту (спрацьовування за появи умов на спрацьовування і неспрацьовування за їх відсутності) має бути забезпеченою застосуванням пристроїв, які за своїми параметрами і виконанням відповідають призначенню, а також належним обслуговуванням цих пристроїв.

За необхідності слід використовувати спеціальні заходи підвищення надійності функціонування, зокрема схемне резервування, безперервний або періодичний контроль стану тощо. Треба також враховувати ймовірність помилкових дій обслуговуючого персоналу під час виконання необхідних операцій з релейним захистом.

3.2.8. За наявності релейного захисту, що має кола напруги, слід передбачати пристрої:

- що автоматично виводять захист із дії в разі вимкнення автоматичних вимикачів, перегорання запобіжників та інших порушень кіл напруги (якщо ці порушення можуть призвести до помилкового спрацьовування захисту в нормальному режимі), а також тих, що сигналізують про порушення цих кіл;

- що сигналізують про порушення кіл напруги, якщо ці порушення не призводять до помилкового спрацьовування захисту в умовах нормального режиму, але можуть призвести до зайвого спрацьовування в інших умовах (наприклад, у разі КЗ поза захищуваною зоною).

3.2.9. Під час встановлення швидкодійного релейного захисту на лініях електропередавання з трубчастими розрядниками має бути передбачатися налаштування її від роботи розрядників, для чого:

- найменший час спрацьовування релейного захисту до моменту подання сигналу на вимкнення має бути більшим за час одноразового спрацьовування розрядників, а саме: близько 0,06-0,08 с;

- пускові органи захисту, що спрацьовують від імпульсу струму розрядників, повинні мати якнайменший час повернення (близько 0,01 с від моменту зникнення імпульсу).

3.2.10. Для релейних захистів з витримками часу в кожному конкретному випадку слід розглядати доцільність забезпечення дії захисту від початкового значення струму або опору в разі КЗ для унеможливлення відмов спрацьовування захисту (через загасання струмів КЗ у часі, у результаті виникнення коливань, появи дуги в місці пошкодження тощо).

3.2.11. Захисти в електричних мережах 110 кВ і вище повинні мати пристрої, що блокують їх дію під час коливань або асинхронного ходу, якщо в згаданих

мережах можливі такі коливання або асинхронний хід, за яких захисти можуть спрацювати надмірно.

Допускається застосовувати аналогічні пристрої і для ліній нижче 110 кВ, що зв'язують між собою джерела живлення (виходячи з ймовірності виникнення коливань або асинхронного ходу і можливих наслідків зайвих вимкнень).

Допускається виконувати захист без блокування під час коливань, якщо захист відрегульовано від коливань у часі (витримка часу захисту - близько 1,5-2 с).

3.2.12. Дія релейного захисту має фіксуватися вказівними реле, вбудованими в реле покажчиками спрацювання, лічильниками числа спрацювань або іншими пристроями тією мірою, якою це необхідно для обліку й аналізу роботи захистів.

3.2.13. Пристрої, що фіксують дію релейного захисту на вимкнення, слід установлювати так, щоб сигналізувалася дія кожного захисту, а в разі складного захисту - окремих його частин (різні ступені захисту, окремі комплекти захистів від різних видів пошкодження тощо).

3.2.14. На кожному з елементів електроустановки треба передбачати основний захист, призначений для її дії в разі пошкоджень у межах всього захищеного елемента, з часом, меншим, ніж у інших, установлених на цьому елементі захистів.

3.2.15. Для дії в разі відмов захистів або вимикачів суміжних елементів треба передбачати резервний захист, призначений для забезпечення далекої резервної дії.

Якщо основний захист елемента має абсолютну селективність (наприклад, високочастотний захист, подовжній і поперечний диференціальні захисти), то на цьому елементі має бути встановлено резервний захист, що виконує функції не тільки далекої, а й близької резервування, тобто такого, що діє в разі відмови основного захисту цього елемента або виведення його з роботи. Наприклад, якщо як основний захист від замикань між фазами застосовано диференціально-фазний захист, то як резервний може бути застосованим триступеневий дистанційний захист.

Якщо основний захист лінії 110 кВ і вище має відносну селективність (наприклад, ступеневі захисти з витримками часу), то:

- окремий резервний захист допускається не передбачати за умови, що далека резервна дія захистів суміжних елементів у разі КЗ на цій лінії забезпечується;

- мають передбачатися заходи щодо забезпечення близького резервування, якщо далеке резервування в разі КЗ на цій лінії не забезпечується.

3.2.16. Для лінії електропередавання 35 кВ і вище з метою підвищення надійності вимкнення пошкодження на початку лінії як додатковий захист можна передбачати струмову відсічку без витримки часу за умови виконання вимог 3.2.26.

3.2.17. Якщо повне забезпечення далекої резервування пов'язане зі значним ускладненням захисту або технічно неможливе, допускається:

- 1) не резервувати вимкнення КЗ за трансформаторами, на реактованих лініях, лініях 110 кВ і вище за наявності близького резервування, у кінці довгої

суміжної ділянки лінії 6-35 кВ;

2) мати далеке резервування тільки за видів пошкоджень, що найчастіше трапляються, без урахування нечастих режимів роботи і з урахуванням каскадної дії захисту;

3) передбачати неселективну дію захисту в разі КЗ на суміжних елементах (за далекої резервної дії) з можливістю знеструмлення в окремих випадках підстанцій; при цьому слід по можливості забезпечувати виправлення цих неселективних вимкнень дією АПВ або АВР.

3.2.18. Пристрої резервування в разі відмови вимикачів (ПРВВ) мають передбачатися в електроустановках 110-500 кВ. Допускається не передбачати ПРВВ в електроустановках 110-220 кВ за дотримання таких умов:

1) забезпечуються необхідна чутливість і допустимі за умовами стійкості часи вимкнення від пристроїв далекого резервування;

2) за дії резервних захистів немає втрати додаткових елементів через вимкнення вимикачів, що безпосередньо не примикають до вимикача, що вийшов з ладу (наприклад, відсутні секціоновані шини, лінії з відгалуженням).

На електростанціях з генераторами, що мають безпосереднє охолодження провідників обмоток статорів, для запобігання пошкодженням генераторів у разі відмов вимикачів 110-500 кВ слід передбачати ПРВВ незалежно від інших умов.

У разі відмови одного з вимикачів пошкодженого елемента (лінія, трансформатор, шини) електроустановки ПРВВ має діяти на вимкнення вимикачів, суміжних з тим, що відмовив.

Якщо захисти приєднано до виносних трансформаторів струму, то ПРВВ має діяти і в разі КЗ в зоні між цими трансформаторами струму і вимикачем.

Допускається застосовувати спрощені ПРВВ, що діють у разі КЗ з відмовами вимикачів не на всіх елементах (наприклад, тільки в разі КЗ на лініях); за напруги 35-220 кВ, крім того, допускається застосовувати пристрої, що діють лише на вимкнення шиноз'єднувального (секційного) вимикача.

За недостатньої ефективності далекого резервування слід розглядати необхідність підвищення надійності близького резервування на додаток до ПРВВ.

3.2.19. Під час виконання резервного захисту у вигляді окремого комплексу його слід здійснювати, як правило, так, щоб було забезпечено можливість окремої перевірки або ремонту основного або резервного захисту за працюючого елемента. При цьому основний і резервний захисти мають житися, як правило, від різних вторинних обмоток трансформаторів струму.

Живлення основних і резервних захистів ліній електропередавання 220 кВ і вище має здійснюватися, як правило, від різних автоматичних вимикачів оперативного постійного струму.

3.2.20. Оцінювання чутливості основних типів релейних захистів має проводитися за допомогою коефіцієнта чутливості, що визначається:

- для захистів, що реагують на величини, зростаючі в умовах пошкоджень, - як відношення розрахункових значень цих величин (наприклад, струму або напруги) у разі металевого КЗ у межах захищеної зони до параметрів спрацьовування захистів;

- для захистів, що реагують на величини, зменшувані в умовах пошкоджень,

як відношення параметрів спрацьовування до розрахункових значень цих величин (наприклад, напруги або опору) в разі металевого КЗ у межах захищеної зони.

Розрахункові значення величин мають установлюватися виходячи з найбільш несприятливих видів пошкодження, але для реально можливого режиму роботи електричної системи.

3.2.21. Під час оцінювання чутливості основних захистів необхідно виходити з того, що мають забезпечуватися такі найменші коефіцієнти їх чутливості:

1. Максимальні струмові захисти з пуском і без пуску напруги, напрямлені і ненапрямлені, а також струмові одноступінчасті напрямлені і ненапрямлені захисти, увімкнені на складові зворотної або нульової послідовностей:

- для органів струму і напруги - близько 1,5;

- для органів напрямку потужності зворотної та нульової послідовності - близько 2,0 за потужністю і близько 1,5 за струмом і напругою;

- для органа напрямку потужності, увімкненого на повний струм і напругу, не нормується за потужністю і близько 1,5 - за струмом.

Для максимальних струмових захистів трансформаторів з нижчою напругою 0, 23-0,4 кВ найменший коефіцієнт чутливості може бути близько 1,5.

2. Ступеневі захисти струму або струму і напруги, напрямлені і ненапрямлені, увімкнуті на повні струми і напругу або на складові нульової послідовності:

- для органів струму і напруги ступеня захисту, призначеного для дії в разі КЗ в кінці захищеної ділянки, без урахування резервної дії - близько 1,5, а за наявності селективного резервного ступеня, що надійно діє, - близько 1,3; за наявності на протилежному кінці лінії окремого захисту шин відповідні коефіцієнти чутливості (близько 1,5 і близько 1,3) для ступеня захисту нульової послідовності допускається забезпечувати в режимі каскадного вимикання;

- для органів напрямку потужності нульової та зворотної послідовності - близько 2,0 за потужністю і близько 1,5 за струмом і напругою;

- для органа напрямку потужності, увімкненого на повний струм і напругу, не нормується за потужністю і близько 1,5 - за струмом.

3. Дистанційні захисти від багатофазних КЗ:

- для пускового органа будь-якого типу і дистанційного органа третього ступеня - близько 1,5;

- для дистанційного органа другого ступеня, призначеного для дії в разі КЗ в кінці захищеної ділянки, без урахування резервної дії - близько 1,5, а за наявності третього ступеня захисту — близько 1,25; для вказаного органа чутливість щодо струму має бути близько 1,3 (щодо струму точної роботи) в разі пошкодження в тій самій точці.

4. Подовжні диференціальні захисти генераторів, трансформаторів, ліній та інших елементів, а також повний диференціальний захист шин - близько 2,0; для струмового пускового органа неповного диференціального дистанційного захисту шин генераторної напруги чутливість має бути близько 2,0, а для першого ступеня неповного диференціального струмового захисту шин генераторної напруги, виконаного у вигляді відсічки, - близько 1,5 (у разі КЗ на шинах).

Для диференціального захисту генераторів і трансформаторів чутливість слід перевіряти в разі КЗ на виводах. При цьому незалежно від значень коефіцієнта чутливості для гідрогенераторів і турбогенераторів з безпосереднім охолодженням провідників обмоток струм спрацьовування захисту слід приймати меншим за номінальний струм генератора (див. 3.2.36). Для автотрансформаторів і підвищувальних трансформаторів потужністю 63 МВ-А і більше струм спрацьовування без урахування гальмування рекомендовано приймати меншим від номінального (для автотрансформаторів - меншим від струму, що відповідає типовій потужності). Для решти трансформаторів потужністю 25 МВ*А і більше струм спрацьовування без урахування гальмування рекомендовано приймати не більшим ніж 1,5 номінального струму трансформатора.

Допускається знижувати коефіцієнт чутливості для диференціального захисту трансформатора або блока генератор-трансформатор до значення близько 1,5 в таких випадках (у яких забезпечення коефіцієнта чутливості близько 2,0 пов'язане із значним ускладненням захисту або технічно неможливе):

- у разі КЗ на виводах нижчої напруги знижувальних трансформаторів потужністю, меншою ніж 80 МВ-А (визначається з урахуванням регулювання напруги);

- у режимі вмикання трансформатора під напругу, а також для короткочасних режимів його роботи (наприклад, у разі вимкнення однієї з живильних сторін).

Для режиму подання напруги на пошкоджені шини вмиканням одного з живильних елементів допускається знижувати коефіцієнт чутливості для диференціального захисту шин до значення близько 1,5.

Зазначений коефіцієнт 1,5 стосується також диференціального захисту трансформатора в разі КЗ за реактором, який встановлено з боку нижчої напруги трансформатора і який входить до зони його диференціального захисту. За наявності інших захистів, що охоплюють реактор і задовольняють вимогам чутливості в разі КЗ за реактором, чутливість диференціального захисту трансформатора в разі КЗ в цій точці допускається не забезпечувати.

5. Поперечні диференціальні напрямлені захисти паралельних ліній:

- для реле струму і реле напруги пускового органа комплектів захисту від міжфазних КЗ і замикань на землю - близько 2,0 за увімкнутих вимикачів з обох боків пошкодженої лінії (у точці однакової чутливості) і близько 1,5 за вимкнутого вимикача з протилежного боку пошкодженої лінії;

- для органа напрямку потужності нульової послідовності - близько 4,0 за потужністю і близько 2,0 за струмом і напругою за увімкнутих вимикачів з обох боків і близько 2,0 - за потужністю та близько 1,5 - за струмом і напругою за вимкнутого вимикача з протилежного боку;

- для органа напрямку потужності, увімкнутого на повний струм і напругу, за потужністю не нормується, а за струмом - близько 2,0 за увімкнутих вимикачів з обох боків та близько 1,5 - за вимкнутого вимикача з протилежного боку.

6. Напрямні захисти з високочастотним блокуванням:

- для органа напрямку потужності зворотної або нульової послідовності, який контролює коло вимикання, - близько 3,0 за потужністю, близько 2,0 - за струмом і напругою;

- для пускових органів, які контролюють коло вимикання, - близько 2,0 за струмом і напругою, близько 1,5 за опором.

7. Диференціально-фазні височастотні захисти:

- для пускових органів, які контролюють коло вимикання, - близько 2,0 за струмом і напругою, близько 1,5 за опором.

8. Струмові відсічки без витримки часу, установлювані на генераторах потужністю до 1 МВт і трансформаторах, у разі КЗ у місці встановлення захисту - близько 2,0.

9. Захисти від замикань на землю на кабельних лініях в мережах з ізолюваною нейтраллю (що діють на сигнал або на вимикання):

- для захистів, що реагують на струми основної частоти, - близько 1,25;

- для захистів, що реагують на струми підвищених частот, - близько 1,5.

10. Захисти від замикань на землю на ПЛ у мережах з ізолюваною нейтраллю, що діють на сигнал або на вимикання, - близько 1,5.

3.2.22. Під час визначення коефіцієнтів чутливості, зазначених у 3.2.21, пп. 1, 2, 5 і 7, необхідно враховувати таке:

1. Чутливість за потужністю індукційного реле напрямку потужності перевіряють тільки в разі увімкнення його на складові струмів і напруги зворотної та нульової послідовностей.

2. Чутливість реле напрямку потужності, виконаного за схемою порівняння (абсолютних значень або фаз), перевіряють: у разі увімкнення на повний струм і напругу - за струмом; у разі увімкнення на складові струмів і напруги зворотної та нульової послідовностей - за струмом і напругою.

3.2.23. Для генераторів, що працюють на збірні шини, чутливість струмового захисту від замикань на землю в обмотці статора, що діє на вимкнення, визначається його струмом спрацьовування, який має бути не більшим 5 А. Допускається як виняток збільшення струму спрацьовування до 5,5 А.

Для генераторів, що працюють у блоці з трансформатором, коефіцієнт чутливості захисту від однофазних замикань на землю, що охоплює всю обмотку статора, має бути не меншим 2,0; для захисту напруги нульової послідовності, що охоплює не всю обмотку статора, напруга спрацьовування має бути не більшою 15 В.

3.2.24. Чутливість захистів на змінному оперативному струмі, що виконуються за схемою з дешунтуванням електромагнітів вимикання, слід перевіряти з урахуванням справжньої струмової погрішності трансформаторів струму після дешунтування. При цьому мінімальне значення коефіцієнта чутливості електромагнітів вимкнення, що визначається для умови їх надійного спрацьовування, має бути приблизно на 20% більшим від того, що приймається для відповідних захистів (див. 3.2.21).

3.2.25. Найменші коефіцієнти чутливості для резервних захистів у разі КЗ у кінці суміжного елемента або найбільш віддаленого з декількох послідовних елементів, що входять до зони резервування, мають бути (див. також 3.2.17):

- для органів струму, напруги, опору - 1,2;

- для органів напрямку потужності зворотної та нульової послідовностей - 1,4 за потужністю і 1,2 за струмом і напругою;

- для органа напрямку потужності, увімкненого на повний струм і напругу, не нормується за потужністю і 1,2 за струмом.

Під час оцінювання чутливості ступенів резервних захистів, що здійснюють близьке резервування (див. 3.2.15), слід виходити з коефіцієнтів чутливості, наведених у 3.2.21 для відповідних захистів.

3.2.26. Для струмових відсічок без витримки часу, що встановлюються на лініях і таких, що виконують функції додаткових захистів, коефіцієнт чутливості має бути близько 1,2 у разі КЗ у місці встановлення захисту в найбільш сприятливому за умовою чутливості режимі.

3.2.27. Якщо дія захисту наступного елемента можлива через відмову унаслідок недостатньої чутливості захисту попереднього елемента, то чутливості цих захистів необхідно узгоджувати між собою.

Допускається не узгоджувати між собою ступені цих захистів, призначені для далекого резервування, якщо невмикнення КЗ унаслідок недостатньої чутливості захисту наступного елемента (наприклад, захисту зворотної послідовності генераторів, автотрансформаторів) може призвести до тяжких наслідків.

3.2.28. У мережах з глухозаземленою нейтраллю виходячи з умов релейного захисту має бути вибраним такий режим заземлення нейтралей силових трансформаторів (тобто розміщення трансформаторів із заземленою нейтраллю), за якого значення струмів і напруги в разі замикань на землю забезпечують дію релейного захисту елементів мережі за всіх можливих режимів експлуатації електричної системи.

Для підвищувальних трансформаторів і трансформаторів з дво- і тристороннім живленням (або істотним підживленням від синхронних електродвигунів чи синхронних компенсаторів), що мають неповну ізоляцію обмотки з боку виводу нейтралі, як правило, має бути унеможливленим виникнення неприпустимого для них режиму роботи з ізольованою нейтраллю на шини, що виділилися, або ділянку мережі 110-220 кВ із замиканням на землю однієї фази (див. 3.2.63).

3.2.29. Трансформатори струму, призначені для живлення струмових кіл пристроїв релейного захисту від КЗ, мають задовольняти таким вимогам:

1.3 метою запобігання зайвим спрацьовуванням захисту в разі КЗ поза захищеною зоною погрішність (повна або струмова) трансформаторів струму, як правило, не повинна перевищувати 10%. Більш високих похибок припускаються під час використання захистів (наприклад, диференціальний захист шин з гальмуванням), правильна дія яких за підвищених погрішностей забезпечується за допомогою спеціальних заходів. Указаних вимог слід дотримуватися:

- для ступеневих захистів - у разі КЗ у кінці зони дії ступеня захисту, а для напрямлених ступеневих захистів - також і в разі зовнішнього КЗ;
- для решти захистів - у разі зовнішнього КЗ.

Для диференціальних струмових захистів (шин, трансформаторів, генераторів тощо) має бути врахованою повна погрішність, для решти захистів - струмова погрішність, а в разі увімкнення останніх на суму струмів двох або більше трансформаторів струму і за режиму зовнішніх КЗ - повна погрішність.

Під час розрахунків допустимих навантажень на трансформатори струму допускається як початкову приймати повну погрішність.

2. Струмова погрішність трансформаторів струму з метою запобігання відмова захисту в разі КЗ на початку захищеної зони, не має перевищувати:

- за умови підвищеної вібрації контактів реле напрямку потужності або реле струму - значень, допустимих для вибраного типу реле;

- за умови гранично допустимої для реле напрямку потужності і напрямлених реле опорів кутової погрішності - 50%.

3. Напряга на виводах вторинної обмотки трансформаторів струму в разі КЗ в захищеній зоні, не має перевищувати значення, допустимого для пристрою РЗА.

3.2.30. Струмові кола приладів (разом з лічильниками) електровимірювань і релейного захисту мають бути приєднаними, як правило, до різних обмоток трансформаторів струму.

Допускається їх приєднувати до однієї обмотки трансформаторів струму за умови виконання вимог 1.5.18 і 3.2.29. При цьому в колі захистів, які за принципом дії можуть працювати неправильно в разі порушення струмових кіл, вмикати прилади електровимірювань допускається тільки через проміжні трансформатори струму та за умови, що трансформатори струму задовольняють вимогам 3.2.29 за розімкнутого вторинного кола проміжних трансформаторів струму.

3.2.31. Захист із застосуванням реле прямої дії, як первинних, так і вторинних, а також захист на змінному оперативному струмі рекомендовано застосовувати, якщо це можливо і веде до спрощення та здешевлення електроустановки.

3.2.32. Як джерело змінного оперативного струму для захистів від КЗ, як правило, слід використовувати трансформатори струму захищеного елемента. Допускається також використовувати трансформатори напруги або трансформатори власних потреб.

Залежно від конкретних умов має бути застосовано одну з таких схем: з дешунтуванням електромагнітів вимкнення вимикачів, з використанням блоків живлення, з використанням зарядних пристроїв із конденсаторами.

3.2.33. Пристрої релейного захисту, що виводяться з роботи за умовами режиму мережі, селективності дії або з інших причин, повинні мати спеціальні пристосування для виведення їх з роботи оперативним персоналом.

Для забезпечення експлуатаційних перевірок і випробувань у схемах захистів слід передбачати, де це необхідно, випробувальні блоки або вимірювальні затискачі.

ЗАХИСТ ТУРБОГЕНЕРАТОРІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ БЕЗПОСЕРЕДНЬО НА ЗБІРНІ ШИНИ ГЕНЕРАТОРНОЇ НАПРУГИ¹²

3.2.34. Для турбогенераторів вище 1 кВ потужністю понад 1 МВт, що працюють безпосередньо на збірні шини генераторної напруги, треба передбачати пристрої релейного захисту від таких видів пошкоджень і порушень нормального режиму роботи:

¹² Вимогами, наведеними в 3.2.34-3.2.50, можна керуватися й для інших генераторів.

- 1) багатофазних замикань в обмотці статора генератора і на його виводах;
- 2) однофазних замикань на землю в обмотці статора;
- 3) подвійних замикань на землю, одне з яких виникло в обмотці статора, а друге - у зовнішній мережі;
- 4) замикань між витками однієї фази в обмотці статора (за наявності виведених паралельних гілок обмотки);
- 5) зовнішніх КЗ;
- 6) перевантаження струмами зворотної послідовності (для генераторів потужністю понад 30 МВт);
- 7) симетричного перевантаження обмотки статора;
- 8) перевантаження обмотки ротора струмом збудження (для генераторів із безпосереднім охолодженням провідників обмоток);
- 9) замикання на землю в другій точці кола збудження;
- 10) асинхронного режиму з втратою збудження (відповідно до 3.2.49).

3.2.35. Для турбогенераторів вище 1 кВ потужністю 1 МВт і менше, що працюють безпосередньо на збірні шини генераторної напруги, слід передбачати пристрої релейного захисту відповідно до 3.2.34, пункти 1-3, 5, 7.

Для турбогенераторів до 1 кВ потужністю до 1 МВт, що працюють безпосередньо на збірні шини генераторної напруги, захист рекомендовано виконувати відповідно до 3.2.50.

3.2.36. Для захисту від багатофазних замикань у обмотці статора турбогенераторів вище 1 кВ потужністю понад 1 МВт, що мають виводи окремих фаз із боку нейтралі, треба передбачати подовжній диференціальний струмовий захист (виняток див. у 3.2.27). Захист має діяти на вимкнення всіх вимикачів генератора, на гасіння поля, а також на зупин турбіни.

У зону дії захисту крім генератора мають входити з'єднання генератора зі збірними шинами електростанції (до вимикача).

Подовжній диференціальний струмовий захист має бути виконаним зі струмом спрацьовування, не більшим ніж $0,6 I_{ном}$.

Для генераторів потужністю до 30 МВт з непрямым охолодженням допускається виконувати захист зі струмом спрацьовування $1,3-1,4 I_{лом}$.

Контроль несправності струмових кіл захисту слід передбачати за струму спрацьовування захисту понад $I_{ном}$.

Подовжній диференціальний струмовий захист має бути здійсненим з відстроюванням від перехідних значень струмів небалансу (наприклад, реле з насичуваними трансформаторами струму).

Захист слід виконувати трифазним трирелейним. Для генераторів потужністю до 30 МВт захист допускається виконувати двофазним дворелейним за наявності захисту від подвійних замикань на землю.

3.2.37. Для захисту від багатофазних замикань у обмотці статора генераторів понад 1 кВ потужністю до 1 МВт, що працюють паралельно з іншими генераторами або електроенергетичною системою, має бути передбачено струмову відсічку без витримки часу, установлювану з боку виводів генератора до збірних шин. Якщо струмова відсічка не задовольняє вимогам чутливості, замість неї допускається встановлювати подовжній диференціальний струмовий захист.

Застосовувати струмову відсічку замість диференціального захисту допус-

кається і для генераторів більшої потужності, що не мають виводів фаз із боку нейтралі.

Для одиночно працюючих генераторів понад 1 кВ потужністю до 1 МВт як захист від багатозначних замикань в обмотці статора слід використовувати захист від зовнішніх КЗ (див. 3.2.44). Захист має діяти на вимкнення всіх вимикачів генератора і гасіння його поля.

3.2.38. Для захисту генераторів понад 1 кВ від однофазних замикань на землю в обмотці статора за натурального ємнісного струму замикання на землю 5 А і більше (незалежно від наявності чи відсутності компенсації) має бути передбаченим струмовий захист, що реагує на повний струм замикання на землю або на його складові вищих гармонік. За необхідності для його увімкнення може бути встановлено трансформатори струму нульової послідовності безпосередньо біля виводів генератора. Застосовувати захист рекомендовано і за ємнісного струму замикання на землю, меншого ніж 5 А. Захист має бути відрегульованим від перехідних процесів і діяти так само, як захист, зазначений у 3.2.36 або 3.2.37.

Якщо захист від замикань на землю не встановлюють (оскільки за ємнісного струму замикання на землю, меншого ніж 5 А, він нечутливий) або він не діє (наприклад, за компенсації ємнісного струму в мережі генераторної напруги), то як захист генератора від замикань на землю можна використовувати встановлений на шинах і пристрій контролю ізоляції, що діє на сигнал.

3.2.39. Під час установа на генераторах трансформатора струму нульової послідовності для захисту від однофазних замикань на землю має бути передбаченим струмовий захист від подвійних замикань на землю, приєднаний до цього трансформатора струму.

Для підвищення надійності дії за великих значень струму слід застосовувати реле з насичуваним трансформатором струму. Цей захист має бути виконаним без витримки часу і діяти як захист, зазначений у 3.2.36 або 3.2.37.

3.2.40. Для захисту від замикань між витками однієї фази в обмотці статора генератора з виведеними паралельними гілками має передбачатися односистемний поперечний диференціальний струмовий захист без витримки часу, що діє як захист, зазначений у 3.2.36.

3.2.41. Для захисту генераторів потужністю понад 30 МВт від струмів, зумовлених зовнішніми несиметричними КЗ, а також від перевантаження струмом зворотної послідовності слід передбачати струмовий захист зворотної послідовності, що діє на вимкнення з двома витримками часу (див. 3.2.45).

Для генераторів із безпосереднім охолодженням провідників обмоток захист слід виконувати зі ступеневою або залежною характеристикою витримки часу. При цьому ступенева і залежна характеристики за других (вищих) витримок часу не мають бути вищими за характеристику допустимих перевантажень генератора струмом зворотної послідовності.

Для генераторів із непрямим охолодженням провідників обмоток захист слід виконувати з незалежною витримкою часу зі струмом спрацьовування, не більшим допустимим для генератора в разі проходження по ньому струму зворотної послідовності протягом 2 хв; менша витримка часу захисту не має перевищувати допустимої тривалості двофазного КЗ на виводах генератора.

Струмовий захист зворотної послідовності, що діє на вимкнення, має бути доповненим більш чутливим елементом, що діє на сигнал з незалежною витримкою часу. Струм спрацьовування цього елемента має бути не тривалішим від допустимого струму зворотної послідовності для даного типу генератора.

3.2.42. Для захисту генераторів потужністю понад 30 МВт від зовнішніх симетричних КЗ треба передбачати максимальний струмовий захист із мінімальним пуском напруги, що виконується одним реле струму, увімкненим на фазний струм, і одним мінімальним реле напруги, увімкненим на міжфазну напругу. Струм спрацьовування захисту має бути близько $1,3-1,57^{\wedge}$, а напруга спрацьовування - близько $0,5-0,6 u_{ном}$.

На генераторах із безпосереднім охолодженням провідників обмоток замість зазначеного захисту може бути встановлено однорелейний дистанційний захист.

3.2.43. Для захисту генераторів потужністю понад 1 МВт до 30 МВт від зовнішніх КЗ слід застосовувати максимальний струмовий захист із комбінованим пуском напруги, виконаним з одним мінімальним реле напруги, увімкненим на міжфазну напругу, і одним пристроєм фільтр-реле напруги зворотної послідовності, що розриває коло мінімального реле напруги.

Струм спрацьовування захисту і напругу спрацьовування мінімального органа напруги слід приймати такими, що дорівнюють зазначеним у 3.2.42, напругу спрацьовування пристрою фільтр-реле напруги зворотної послідовності - $0,1-0,1217_{кож}$.

3.2.44. Для генераторів вище 1 кВ потужністю до 1 МВт як захист від зовнішніх КЗ має бути застосовано максимальний струмовий захист, що приєднується до трансформаторів струму з боку нейтралі. Уставку захисту слід вибирати за струмом навантаження з необхідним запасом. Допускається також застосовувати спрощений мінімальний захист напруги (без реле струму).

3.2.45. Захист генераторів потужністю понад 1 МВт від струмів, зумовлених зовнішніми КЗ, має бути виконаним з дотриманням таких вимог:

1. Захист слід приєднувати до трансформаторів струму, установлених на виводах генератора з боку нейтралі.

2. За наявності секціонування шин генераторної напруги захист слід виконувати з двома витримками часу: з меншою витримкою - на вимкнення відповідних секційних і шиноз'єднувального вимикачів, з більшою - на вимкнення вимикача генератора і гасіння поля.

3.2.46. На генераторах із безпосереднім охолодженням провідників обмоток має бути передбачено захист ротора від перевантаження в разі роботи генератора як з основним, так і з резервним збудженням. Захист слід виконувати з незалежною або залежною від струму витримкою часу і таким, що реагує на підвищення напруги або струму в обмотці ротора. Захист має діяти на вимкнення вимикача генератора і гасіння поля. З меншою витримкою часу від захисту має проводитися розвантаження ротора.

3.2.47. Захист генератора від струмів, зумовлених симетричним перевантаженням, має бути виконаним у вигляді максимального струмового захисту, що діє на сигнал з витримкою часу і що використовує струм однієї фази статора.

Для розвантаження і за необхідності для автоматичного вимкнення генератора з безпосереднім охолодженням провідників обмоток у разі

симетричних перевантажень допускається використовувати захист ротора, що виконується згідно з 3.2.46 і реагує на перевантаження ротора, які супроводжують симетричні перевантаження турбогенераторів.

3.2.48. Захист від замикань на землю в другій точці кола збудження турбогенераторів має бути передбаченим в одному комплекті на декілька (але не більше трьох) генераторів з близькими параметрами кіл збудження. Захист має включатися в роботу тільки в разі появи замикання на землю в одній точці кола збудження, що виявляється за періодичного контролю ізоляції (див. гл. 1.6). Захист має діяти на вимкнення вимикача генератора і гасіння поля на генераторах з безпосереднім охолодженням провідників обмоток і на сигнал або на вимкнення на генераторах з непрямым охолодженням.

3.2.49. На турбогенераторах з безпосереднім охолодженням провідників обмоток рекомендовано встановлювати пристрої захисту від асинхронного режиму з втратою збудження. Допускається замість цього передбачати автоматичне виявлення асинхронного режиму тільки за положенням пристроїв автоматичного гасіння поля. У разі дії зазначених пристроїв захисту або вимкнення АГП на генераторах, що допускають асинхронний режим, має подаватися сигнал про втрату збудження.

Генератори, що не допускають асинхронного режиму, а в умовах дефіциту реактивної потужності в системі і решта генераторів, що втратили збудження, мають відключатися від мережі в разі дії зазначених пристроїв (захисту або автоматичного гасіння поля).

3.2.50. Захист генераторів до 1 кВ потужністю до 1 МВт з незаземленою нейтраллю від усіх видів пошкоджень і ненормальних режимів роботи слід здійснювати установленням на виводах автоматичного вимикача з максимальними розчіплювачами або вимикача з максимальним струмовим захистом у двофазному виконанні. За наявності виводів з боку нейтралі зазначений захист, якщо можливо, слід приєднувати до трансформаторів струму, установлених на цих виводах.

Для зазначених генераторів із глухозаземленою нейтраллю цей захист треба передбачати в трифазному виконанні.

ЗАХИСТ ТРАНСФОРМАТОРІВ (АВТОТРАНСФОРМАТОРІВ) З ОБМОТКОЮ ВИЩОЇ НАПРУГИ 3 кВ І ВИЩЕ І ШУНТУВАЛЬНИХ РЕАКТОРІВ 500 кВ

3.2.51. Для трансформаторів¹³ треба передбачати пристрої релейного захисту від таких видів пошкоджень і ненормальних режимів роботи:

- 1) багатофазних замикань в обмотках і на виводах;
- 2) однофазних замикань на землю в обмотці та на виводах, приєднаних до мережі з глухозаземленою нейтраллю;
- 3) виткових замикань у обмотках;
- 4) струмів у обмотках, зумовлених зовнішніми КЗ;
- 5) струмів у обмотках, зумовлених перевантаженням;
- 6) зниження рівня масла;

¹³ Тут і далі в розд. 3 термін «трансформатори» поширюється і на автотрансформатори (відповідної напруги і потужностей), якщо в тексті немає спеціального застереження.

7) часткового пробією ізоляції вводів 500 кВ;

8) однофазних замикань на землю в мережах 3-10 кВ з ізольованою нейтраллю, якщо трансформатор живить мережа, в якій вимкнення однофазних замикань на землю необхідне згідно з вимогами безпеки (див. 3.2.96).

Рекомендується, крім того, застосовувати захист від однофазних замикань на землю з боку 6-35 кВ автотрансформаторів з вищою напругою 220 кВ і вище.

3.2.52. Для шунтувальних реакторів 500 кВ слід передбачати пристрої релейного захисту від таких видів пошкоджень і ненормальних режимів роботи:

- 1) однофазних і двофазних замикань на землю в обмотках і на виводах;
- 2) виткових замикань у обмотках;
- 3) зниження рівня масла;
- 4) часткового пробією ізоляції вводів.

3.2.53. Газовий захист від пошкоджень усередині кожуха, що супроводжуються виділенням газу, і від зниження рівня масла треба передбачати:

- для трансформаторів потужністю 6,3 МВ А і більше;
- для шунтувальних реакторів напругою 500 кВ;
- для внутрішньоцехових знижувальних трансформаторів потужністю 630 кВ-А і більше.

Газовий захист можна встановлювати також на трансформаторах потужністю 1-4 МВА.

Газовий захист має діяти на сигнал у разі слабкого газоутворення і зниження рівня масла та на вимкнення за інтенсивного газоутворення і подальшого зниження рівня масла.

Захист від пошкоджень усередині кожуха трансформатора, що супроводжуються виділенням газу, може бути виконаним також з використанням реле тиску.

Захист від зниження рівня масла може бути виконаним також у вигляді окремого реле рівня в розширювачі трансформатора.

Для захисту контакторного пристрою РПН з розривом дуги в маслі слід передбачати окреме газове реле і реле тиску.

Для захисту вибірників РПН, що розміщуються в окремому баку, слід передбачати окреме газове реле.

Має бути передбачено можливість переведення дії вимикального елемента газового захисту на сигнал і виконання окремої сигналізації від сигнального і вимикальних елементів газового реле (що відрізняється характером сигналу).

Допускається виконувати газовий захист з дією вимикального елемента тільки на сигнал:

- на трансформаторах, установлених у районах, що зазнають землетрусів;
- на внутрішньоцехових знижувальних трансформаторах потужністю 2,5 МВ*А і менше, що не мають вимикачів з боку вищої напруги.

3.2.54. Для захисту від пошкоджень на виводах, а також від внутрішніх пошкоджень треба передбачати:

1. Подовжній диференціальний струмовий захист без витримки часу на трансформаторах потужністю 6,3 МВ-А і більше, на шунтувальних реакторах 500 кВ, а також на трансформаторах потужністю 4 МВ-А за паралельної роботи останніх з метою селективного вимкнення пошкодженого трансформатора.

Диференціальний захист може бути передбачено на трансформаторах меншої

потужності, але не менше 1 МВ-А, якщо:

- струмова відсічка не задовольняє вимогам чутливості, а максимальний струмовий захист має витримку часу, більшу ніж 0,5 с;
- трансформатор установлено в районі, що піддається землетрусам.

2. Струмова відсічка без витримки часу, яку установлюють з боку живлення і яка охоплює частину обмотки трансформатора, якщо не передбачається диференціального захисту.

Зазначені захисти мають діяти на вимкнення всіх вимикачів трансформатора.

3.2.55. Подовжній диференціальний струмовий захист має здійснюватися із застосуванням спеціальних реле струму, відрегульованих від стрибків струму намагнічення, перехідних і сталих струмів небалансу (наприклад, насичувані трансформатори струму, гальмівні обмотки).

На трансформаторах потужністю до 25 МВ-А допускається виконувати захист з реле струму, відрегульованими за струмом спрацьовування від стрибків струму намагнічення і перехідних значень струмів небалансу (диференціальна відсічка), якщо при цьому забезпечується необхідна чутливість.

Подовжній диференціальний захист має бути виконаним так, щоб у зону його дії входили з'єднання трансформатора зі збірними шинами.

Допускається використовувати для диференціального захисту трансформаторів струму, вбудованих у трансформатор, за наявності захисту, що забезпечує вимкнення (з необхідною швидкістю) КЗ у з'єднаннях трансформатора зі збірними шинами.

Якщо в колі нижчої напруги трансформатора встановлено реактор і захист трансформатора не забезпечує вимоги чутливості в разі КЗ за реактором, допускається встановлювати трансформатори струму з боку виводів нижчої напруги трансформатора для здійснення захисту реактора.

3.2.56. На диференціальний і газовий захист трансформаторів, автотрансформаторів і шунтувальних реакторів не мають покладатися функції датчиків пуску установки пожежегасіння. Пуск схеми пожежегасіння зазначених елементів має здійснюватися від спеціального пристрою виявлення пожежі.

3.2.57. Пристрій контролю ізоляції вводів (КІВ) 500 кВ має бути виконаним з дією на сигнал за частковою пробою ізоляції вводів, що не потребує негайного вимкнення, і на вимкнення в разі пошкодження ізоляції вводу (до того, як станеться повний пробій ізоляції).

Має бути передбачено блокування, що запобігає помилковим спрацьовуванням пристрою КІВ у разі обривів у колах приєднання КІВ до виводів.

3.2.58. У разі приєднання трансформаторів (крім внутрішньоцехових) до ліній без вимикачів (наприклад, за схемою блока лінія - трансформатор) для вимкнення пошкоджень у трансформаторі має бути передбаченим один з таких заходів:

1. Установлення короткозамикача для штучного замикання на землю однієї фази (для мережі з глухозаземленою нейтраллю) або двох фаз між собою (для мережі з ізольованою нейтраллю) і, якщо це необхідно, віддільника, що автоматично вимикається в безструмову паузу АПВ лінії. Короткозамикач має

бути встановленим поза зоною диференціального захисту трансформатора.

2. Установлення з боку вищої напруги знижувального трансформатора відкритих плавких вставок, що виконують функції короткозамикача і віддільника, у поєднанні з АПВ лінії.

3. Передавання вимикального сигналу на вимикач (або вимикачі) лінії; при цьому, якщо необхідно, встановлюється віддільник; для резервування передавання вимикального сигналу допускається встановлення короткозамикача.

У разі розв'язання питання про необхідність застосування передавання вимикального сигналу замість згідно з пунктами заходів 1 і 2 має враховуватися таке:

- відповідальність лінії та допустимість штучного створення на ній металевого КЗ;
- потужність трансформатора і допустимий час ліквідації пошкодження в ньому;
- віддаленість підстанції від живильного кінця лінії та здатність вимикача вимикати невіддалені КЗ;
- характер споживача з погляду необхідної швидкості відновлення напруги;
- імовірність відмов короткозамикача за низьких температур і ожеледі.

4. Установлення запобіжників з боку вищої напруги знижувального трансформатора.

Заходи згідно з пунктами 1 -4 можуть не передбачатися для блоків лінія - трансформатор, якщо в разі двостороннього живлення трансформатор захищається загальним захистом блока (високочастотним або подовжнім диференціальним спеціального призначення), а також за потужності трансформатора 25 МВ А і менше за одностороннього живлення, якщо захист живильної лінії забезпечує також захист трансформатора (швидкодійний захист лінії частково захищає трансформатор і резервний захист лінії з часом, не більшим ніж 1 с, захищає весь трансформатор); при цьому газовий захист виконується з дією вимикального елемента тільки на сигнал.

У разі застосування заходів згідно з пп. 1 або 3 на трансформаторі мають бути встановленими:

- за наявності з боку вищої напруги трансформатора (110 кВ і вище) вбудованих трансформаторів струму - захист за 3.2.53, 3.2.54, 3.2.59 і 3.2.60;
- за відсутності вбудованих трансформаторів струму - диференціальний (відповідно до 3.2.54) або максимальний струмовий захист, виконаний з використанням накладних або магнітних трансформаторів струму, і газовий захист за 3.2.53.

Пошкодження на виводах вищої напруги трансформаторів допускається ліквідувати захистом лінії.

В окремих випадках за відсутності вбудованих трансформаторів струму допускається застосовувати виносні трансформатори струму, якщо в разі використання накладних або магнітних трансформаторів струму не забезпечуються необхідні характеристики захисту.

Для захисту трансформаторів з вищою напругою 35 кВ у разі застосування

заходу згідно з пунктом 1 мають передбачатися виносні трансформатори струму; при цьому доцільність установлення короткозамикача і виносних трансформаторів струму або вимикача з вбудованими трансформаторами струму має бути обгрунтованою техніко-економічним розрахунком.

Якщо застосовано відкриті плавкі вставки (див. пункт 2), то для підвищення чутливості дія газового захисту може здійснюватися на виконання механічним шляхом штучного КЗ на вставках.

Якщо в навантаженнях трансформаторів підстанцій містяться синхронні електродвигуни, то має бути вжито заходів щодо запобігання вимиканню віддільником (у разі КЗ в одному з трансформаторів) струму від синхронних електродвигунів, що йде через інші трансформатори.

3.2.59. На трансформаторах потужністю 1МВ А і більше як захист від струмів в обмотках, зумовлених зовнішніми багатофазними КЗ, мають бути передбачені такі захисти з дією на вимикання:

1. На підвищувальних трансформаторах з двостороннім живленням - струмовий захист зворотної послідовності від несиметричних КЗ і максимального струмового захисту з мінімальним пуском напруги від симетричних КЗ або максимального струмового захисту з комбінованим пуском напруги (див. 3.2.43).

2. На знижувальних трансформаторах - максимальний струмовий захист з комбінованим пуском напруги або без нього; на потужних знижувальних трансформаторах за наявності двостороннього живлення можна застосовувати струмовий захист зворотної послідовності від несиметричних КЗ і максимального струмового захисту з мінімальним пуском напруги від симетричних КЗ.

Під час вибору струму спрацьовування максимального струмового захисту необхідно враховувати можливі струми перевантаження за вимкнення паралельно працюючих трансформаторів і струм самозапуску електродвигунів, що живляться від трансформаторів.

На знижувальних автотрансформаторах 330 кВ і вище слід передбачати дистанційний захист для дії в разі зовнішніх багатофазних КЗ у випадках, коли це потрібно для забезпечення далекого резервування або узгодження захистів суміжної напруги; у цих же випадках зазначений захист допускається встановлювати на автотрансформаторах 220 кВ.

3.2.60. На трансформаторах потужністю, меншою 1 МВ*А (що підвищують і знижують), як захист від струмів, зумовлених зовнішніми багатофазними КЗ, треба передбачати максимальний струмовий захист, що діє на вимкнення.

3.2.61. Захист від струмів, зумовлених зовнішніми багатофазними КЗ, слід встановлювати:

- 1) на двообмоткових трансформаторах - з боку основного живлення;
- 2) на багатообмоткових трансформаторах, приєднаних за допомогою трьох і більше вимикачів, - з усіх боків трансформатора; допускається не встановлювати захист на одному із боків трансформатора, а виконувати його з боку основного живлення, так щоб він з меншою витримкою часу вимикав вимикачі з того боку, на якому захист відсутній;
- 3) на знижувальному двообмотковому трансформаторі, який живить окремо секції, що працюють, - з боку живлення і з боку кожної секції;
- 4) у разі застосування накладних трансформаторів струму на боці вищої

напруги - з боку нижчої напруги на двообмотковому трансформаторі і з боку нижчої та середньої напруги на триобмотковому трансформаторі.

Допускається захист від струмів, зумовлених зовнішніми багатофазними КЗ, передбачати тільки для резервування захистів суміжних елементів і не передбачати для дії за відмови основних захистів трансформаторів, якщо виконання для такої дії призводить до значного ускладнення захисту.

Під час виконання захисту від струмів, зумовлених зовнішніми багатофазними КЗ, за 3.2.59, п. 2, мають також розглядатися необхідність і можливість доповнення його струмовою відсічкою, призначеною для вимикання з меншою витримкою часу КЗ на шинах середньої та нижчої напруги (виходячи з рівня струмів КЗ, наявності окремого захисту шин, можливості узгодження із захистами елементів, що відходять).

3.2.62. Якщо захист підвищувальних трансформаторів від струмів, зумовлених зовнішніми багатофазними КЗ, не забезпечує необхідної чутливості і селективності, то для захисту трансформатора допускається використовувати реле струму відповідного захисту генераторів.

3.2.63. На підвищувальних трансформаторах потужністю 1 МВ\А і більше, на трансформаторах з дво- і тристороннім живленням і на автотрансформаторах за умови необхідності резервування вимикання замикань на землю на суміжних елементах, а на автотрансформаторах, крім того, і за умови забезпечення селективності захистів від замикань на землю мереж різної напруги має бути передбаченим струмовий захист нульової послідовності від зовнішніх замикань на землю, установлюваний з боку обмотки, приєднаної до мережі з великими струмами замикання на землю.

За наявності частини трансформаторів (з числа тих, що мають неповну ізоляцію обмотки з боку нульового виводу) з ізолюваною нейтраллю має забезпечуватися запобігання неприпустимому режиму нейтралі цих трансформаторів відповідно до

3.2.28.3 цією метою у випадках, коли на електростанції або підстанції встановлено трансформатори із заземленою та ізолюваною нейтраллю, що мають живлення з боків нижчої напруги, має бути передбачено захист, що забезпечує вимикання трансформатора з ізолюваною нейтраллю або її автоматичне заземлення до вимикання трансформаторів із заземленою нейтраллю, що працюють на ті самі шини або ділянку мережі.

3.2.64. На автотрансформаторах (багатообмоткових трансформаторах) з живленням із декількох боків захист від струмів, викликаних зовнішніми КЗ, необхідно виконувати напрямленим, якщо це потрібно за умовами селективності.

3.2.65. На автотрансформаторах 220-500 кВ підстанцій, блоках генератор - трансформатор 330-500 кВ і автотрансформаторах зв'язку 220-500 кВ електростанцій має передбачатися можливість оперативного прискорення захистів від струмів, зумовлених зовнішніми КЗ, у разі виведення з дії диференціальних захистів шин або ошиновки, що забезпечує вимикання пошкоджень на елементах, що залишилися без швидкодійного захисту з витримкою часу близько 0,5 с.

3.2.66. На знижувальних трансформаторах і блоках трансформатор -

магістраль з вищою напругою до 35 кВ і з'єднанням обмотки нижчої напруги в зірку із заземленою нейтраллю слід передбачати захист від однофазних замикань на землю в мережі нижчої напруги, який здійснюють застосуванням:

1) максимального струмового захисту від зовнішніх КЗ, що встановлюється на боку вищої напруги, і, якщо це потрібно, за умовою чутливості, у трирелейному виконанні;

2) автоматичних вимикачів або запобіжників на виводах нижчої напруги;

3) спеціального захисту нульової послідовності, що встановлюється в нульовому проводі трансформатора (за недостатньої чутливості захистів - за пунктами 1 і 2).

Для промислових електроустановок, якщо збірка на боці нижчої напруги з апаратами захисту приєднань розташовано безпосередньо близько від трансформатора (до 30 м) або з'єднання між трансформатором і збіркою виконане трифазними кабелів, допускається захист за пунктом 3 не застосовувати.

При застосуванні захисту за п. 3 допускається не погоджувати її із захистами елементів, що відходять від збірки на боці нижчої напруги.

Для схеми лінія - трансформатор у разі застосування захисту за п. 3 допускається не прокладати спеціальний контрольний кабель для забезпечення дії цього захисту на вимикач з боку вищої напруги і виконувати її з дією на автоматичний вимикач, установлений з боку нижчої напруги.

Вимоги цього параграфу поширюються також на захист зазначених трансформаторів запобіжниками, установленими з боку вищої напруги.

3.2.67. З боку нижчої напруги знижувальних трансформаторів з вищою напругою 3-10 кВ, щоживлять збірки приєднаннями, захищеними запобіжниками, слід установлювати головний запобіжник або автоматичний вимикач.

Якщо запобіжники на приєднаннях нижчої напруги і запобіжники (або релейний захист) з боку вищої напруги обслуговуються і знаходяться у віданні одного й того самого персоналу (наприклад, тільки персоналу енергосистеми або тільки персоналу споживача), то головний запобіжник або автоматичний вимикач з боку нижчої напруги трансформатора можна не встановлювати.

3.2.68. Захист від однофазних замикань на землю за 3.2.51, п. 8, має бути виконаним відповідно до 3.2.97.

3.2.69. На трансформаторах потужністю 0,4 МВ-А і більше залежно від імовірності та значення можливого перевантаження слід передбачати максимальний струмовий захист від струмів, зумовлених перевантаженням, з дією на сигнал.

Для підстанцій без постійного чергування персоналу допускається передбачати дію цього захисту на автоматичне розвантаження або вимкнення (за неможливості ліквідації перевантаження іншими засобами).

3.2.70. За наявності з боку нейтралі трансформатора окремого додаткового трансформатора для регулювання напруги під навантаженням необхідно передбачати на додаток до зазначених у 3.2.51-3.2.57, 3.2.59, 3.2.63 такі захисти:

- газовий захист додаткового трансформатора;
- максимальний струмовий захист з гальмуванням у разі зовнішнього КЗ від пошкоджень у первинній обмотці додаткового трансформатора, за винятком

випадків, коли ця обмотка вмикають у зону дії диференціального струмового захисту кіл з боку нижчої напруги автотрансформатора;

- диференціальний захист, який охоплює вторинну обмотку додаткового трансформатора.

3.2.71. Захист лінійного додаткового трансформатора, встановленого з боку нижчої напруги автотрансформатора, слід здійснювати:

- газовим захистом власне додаткового трансформатора і захистом контакт-торного пристрою РПН, який може бути виконаним із застосуванням реле тиску або окремого газового реле;

- диференціальним струмовим захистом кіл з боку нижчої напруги автотрансформатора.

ЗАХИСТ БЛОКІВ ГЕНЕРАТОР - ТРАНСФОРМАТОР

3.2.72. Для блоків генератор-трансформатор з генераторами потужністю, більшою ніж 10 МВт, треба передбачати пристрої релейного захисту від таких видів пошкоджень і ненормальних режимів роботи:

- 1) замикань на землю з боку генераторної напруги;
- 2) багатофазних замикань у обмотці статора генератора і на його виводах;
- 3) замикань між витками однієї фази в обмотці статора турбогенератора (відповідно до 3.2.76);
- 4) багатофазних замикань у обмотках і на виводах трансформатора;
- 5) однофазних замикань на землю в обмотці трансформатора і на її виводах, приєднаних до мережі з великими струмами замикання на землю;
- 6) замикань між витками в обмотках трансформатора;
- 7) зовнішніх КЗ;
- 8) перевантаження генератора струмами зворотної послідовності (для блоків з генераторами потужністю, більшою ніж 30 МВт);
- 9) симетричного перевантаження обмотки статора генератора і обмоток трансформатора;
- 10) перевантаження обмотки ротора генератора струмом збудження (для турбогенераторів із безпосереднім охолодженням провідників обмоток і для гідрогенераторів);
- 11) підвищення напруги на статорі генератора і трансформаторі блока (для блоків з турбогенераторами потужністю 160 МВт і більше та для всіх блоків з гідрогенераторами);
- 12) замикань на землю в одній точці кола збудження (відповідно до 3.2.85);
- 13) замикань на землю в другій точці кола збудження турбогенератора потужністю, меншою ніж 160 МВт;
- 14) асинхронного режиму з втратою збудження¹⁴ (відповідно до 3.2.86);
- 15) зниження рівня масла в баку трансформатора;
- 16) часткового пробою ізоляції уводів 500 кВ трансформаторів.

3.2.73. Вказівки щодо виконання захисту генераторів і підвищувальних трансформаторів, що стосуються їх окремої роботи, дійсні і для того випадку, коли вони об'єднані в блок генератор-трансформатор (автотрансформатор), з урахуванням вимог, наведених у 3.2.74-3.2.90.

¹⁴ Про запобігання асинхронному режиму без втрати збудження див. гл. 3.3.

3.2.74. На блоках з генераторами потужністю понад 30 МВт, як правило, має бути передбаченим захист від замикань на землю в колі генераторної напруги, що охоплює всю обмотку статора.

За потужності генератора блоків 30 МВт і менше слід застосовувати пристрої, що захищають не менше ніж 85% обмотки статора. Застосовувати такі пристрої допускається також на блоках з турбогенераторами потужністю від 30 до 160 МВт, якщо для захисту всієї обмотки статора потрібне увімкнення в коло генератора додаткової апаратури.

Захист має бути виконаним з дією на вимкнення з витримкою часу, не більшою ніж 0,5 с, на всіх блоках без відгалужень на генераторній напрузі та з відгалуженнями до трансформаторів власних потреб. На блоках, що мають електричний зв'язок з мережею власних потреб або споживачів, що живляться по лініях від відгалужень між генератором і трансформатором, якщо ємнісний струм замикань на землю становить 5 А і більше, треба встановлювати на вимкнення, захисти що діють від замикань на землю в обмотці статора генератора і від подвійних замикань на землю, як це передбачається на генераторах, що працюють на збірні шини (див. 3.2.38 і 3.2.39); якщо ємнісний струм замикання на землю становить менше 5 А, то захист від замикань на землю може бути виконаним так само, як на блоках без відгалужень на генераторній напрузі, але з дією на сигнал.

За наявності вимикача в колі генератора має бути додатково передбачено сигналізацію замикань на землю з боку генераторної напруги трансформатора блока.

3.2.75. На блоці з генератором, який має непряме охолодження, що складається з одного генератора і одного трансформатора, за відсутності вимикача в колі генератора рекомендовано передбачати один загальний подовжній диференціальний захист блока. За наявності вимикача в колі генератора на генераторі та трансформаторі має бути встановлено окремі диференціальні захисти.

У разі використання в блоці двох трансформаторів замість одного, а також у разі роботи двох і більше генераторів без вимикачів у блоці з одним трансформатором (збільшений блок) на кожному генераторі та трансформаторі потужністю 125 МВ-А і більше має бути передбаченим окремий подовжній диференціальний захист. За відсутності вбудованих трансформаторів струму на вводах нижчої напруги цих трансформаторів допускається застосовувати загальний диференціальний захист для двох трансформаторів.

На блоці з генератором, що має безпосереднє охолодження провідників обмоток, слід передбачати окремий подовжній диференціальний захист генератора. При цьому, якщо в колі генератора є вимикач, то має бути встановленим окремий диференціальний захист трансформатора блока (або кожного трансформатора, якщо в блоці з генератором працюють два або більше трансформаторів; за відсутності вбудованих трансформаторів струму на вводах нижчої напруги цих трансформаторів допускається застосовувати загальний диференціальний захист для трансформаторів блока); за відсутності вимикача для захисту трансформатора блока слід встановлювати або окремий диференціальний захист, або загальний подовжній диференціальний захист блока (для блоків, що складаються з одного генератора і одного трансформатора, віддається перевага загальному

диференціальному захисту блока).

З боку вищої напруги диференціальний захист трансформатора (блока) може бути увімкненим на трансформатори струму, вбудовані в трансформатор блока. При цьому для захисту ошиновки між вимикачами з боку вищої напруги і трансформатором блока має бути встановленим окремий захист.

Окремий диференціальний захист генераторів має бути виконаним трифазним трирелейним зі струмом спрацьовування аналогічно зазначеному в 3.2.36.

Для резервування зазначених диференціальних захистів на блоках з генераторами потужністю 160 МВт і більше, які мають безпосереднє охолодження провідників обмоток, слід передбачати резервний диференціальний захист, що охоплює генератор і трансформатор блока разом з ошиновкою з боку вищої напруги.

Рекомендовано встановлювати резервний диференціальний захист блоків і за потужності генераторів з безпосереднім охолодженням провідників обмоток, меншої ніж 160 МВт.

У разі застосування резервного диференціального захисту на блоках без вимикача в колі генератора рекомендовано передбачати окремі основні диференціальні захисти генератора і трансформатора.

За наявності вимикача в колі генератора резервний диференціальний захист має виконуватися з витримкою часу 0,35-0,5 с.

3.2.76. На турбогенераторах з двома або трьома паралельними гілками обмотки статора має бути передбаченим односистемний поперечний диференціальний захист від виткових замикань у одній фазі, що діє без витримки часу.

3.2.77. На блоках з генераторами потужністю 160 МВт і більше з безпосереднім охолодженням провідників обмоток має бути передбаченим струмовий захист зворотної послідовності з інтегральною залежною характеристикою, що відповідає характеристиці допустимих перевантажень захищеного генератора, струмами зворотної послідовності. Захист має діяти на вимкнення вимикача генератора, а за його відсутності - на вимкнення блока від мережі. Для резервування захистів, суміжних з блоками елементів, зазначений захист повинен мати орган з незалежною витримкою часу, що діє на вимкнення блока від мережі, і двоступінчастою дією згідно з 3.2.81.

На блоках з генераторами потужністю, меншою 160 МВт, що мають безпосереднє охолодження провідників обмоток, а також на блоках з гідрогенераторами потужністю понад 30 МВт, що мають непряме охолодження, струмовий захист зворотної послідовності слід виконувати зі ступеневою або залежною витримкою часу. При цьому різні ступені захисту можуть мати одну або більше витримок часу (див. 3.2.81, пункт 4). Зазначену ступеневу або залежну витримку часу треба узгоджувати з характеристикою допустимих перевантажень генератора струмом зворотної послідовності (див. 3.2.41).

На блоках з турбогенераторами з непрямым охолодженням потужністю понад 30 МВт захист має бути виконаним згідно з 3.2.41.

Крім захистів, що діють на вимкнення, на всіх блоках з турбогенераторами потужністю понад 30 МВт має бути передбачено сигналізацію перевантаження струмами зворотної послідовності, виконану відповідно до 3.2.41.

3.2.78. На блоках з генераторами потужністю понад 30 МВт захист від зовнішніх симетричних КЗ має бути виконаним, як зазначено в 3.2.42. При цьому для гідрогенераторів напругу спрацьовування захисту слід приймати близько 0,6-0,7 номінального. На блоках з турбогенераторами, що мають резервний збудник, зазначений захист має бути доповненим струмовим реле, увімкненим на струм з боку вищої напруги блока.

На блоках з генераторами потужністю 60 МВт і більше замість зазначеного захисту рекомендовано застосовувати дистанційний захист. На блоках з генераторами, що мають безпосереднє охолодження провідників обмоток, замість резервного диференціального захисту (див. 3.2,75) допускається встановлювати двоступеневий дистанційний захист від міжфазних коротких замикань.

Перший ступінь цього захисту, що здійснює ближнє резервування, має виконуватися з блокуванням у разі коливань і діяти, як зазначено в 3.2.81, пункт 3, з витримкою часу, не більшою ніж 1 с. Перший ступінь має надійно охоплювати трансформатор блока під час забезпечення селективності із захистами суміжних елементів. Резервування першим ступенем захистів генератора обов'язкове, якщо на блоці застосовуються окремі диференціальні захисти трансформатора і генератора.

Другий ступінь, що здійснює далеке резервування, має діяти, як зазначено в 3.2.81, пункт 2.

Рекомендовано встановлювати двоступінчатий дистанційний захист і за наявності резервного диференціального захисту з метою збільшення ефективності далекого резервування. Обидва ступені дистанційного захисту в цьому разі мають діяти, як зазначено в 3.2.81, пункт 2.

3.2.79. Захист від зовнішніх КЗ на блоках з генераторами потужністю 30 МВт і менше слід виконувати відповідно до 3.2.43. Параметри спрацьовування захисту на блоках з гідрогенераторами слід приймати згідно з 3.2.42, 3.2.43 і 3.2.78.

3.2.80. На блоках генератор-трансформатор з вимикачем у колі генератора за відсутності резервного диференціального захисту блока має бути передбаченим максимальний струмовий захист з боку вищої напруги блока, призначений для резервування основних захистів трансформатора блока під час роботи з вимкненим генератором.

3.2.81. Резервний захист блоків генератор - трансформатор має бути виконаним з урахуванням такого:

1. З боку генераторної напруги трансформатора блока захист не встановлюється, а використовується захист генератора.

2. У разі далекого резервування захист має діяти, як правило, з двома витримками часу: з першою - на поділ схеми з боку вищої напруги блока (наприклад, на вимикання шиноз'єднувального і секційного вимикачів), з другою - на вимикання блока від мережі.

3. У разі близького резервування мають виконуватися вимкнення блока (генератора) від мережі, гасіння поля генератора і зупинник блока, якщо це потрібно за 3.2.89.

4. Окремі ступені або пристрої резервного захисту залежно від їх призначення і доцільності використання в разі далекого і близького резервування можуть мати одну, дві або три витримки часу.

5. Органи пуску напруги захистів за 3.2.78 і 3.2.79 рекомендовано передбачати з боку генераторної напруги та з боку мережі.

6. Для основних і резервних захистів блока, як правило, треба передбачати окремі вихідні реле і живлення оперативним постійним струмом від різних автоматичних вимикачів.

3.2.82. На блоках з турбогенераторами захист від симетричних перевантажень статора слід виконувати так само, як на генераторах, що працюють на збірні шини (див. 3.2.47).

На гідроелектростанціях без постійного чергування оперативного персоналу крім сигналізації симетричних перевантажень треба передбачати захист з незалежною характеристикою, що діє з більшою витримкою часу на вимкнення блока (генератора) і з меншою - на розвантаження. Замість зазначеного захисту можуть бути використані відповідні пристрої в системі регулювання збудження.

3.2.83. На генераторах потужністю 160 МВт і більше з безпосереднім охолодженням провідників обмоток захист від перевантаження обмотки ротора струмом збудження має бути виконаним з інтегральною залежною витримкою часу, яка відповідає характеристиці допустимих перевантажень генератора струмом збудження. Цей захист має діяти на вимкнення.

За неможливості увімкнення захисту на струм ротора (наприклад, за безщіткового збудження) допускається застосовувати захист з незалежною витримкою часу, що реагує на підвищення напруги в колі збудження.

У захисті має бути передбачено можливість дії з меншою витримкою часу на зниження струму збудження. За наявності пристроїв обмеження перевантаження в регуляторі збудження дія на розвантаження може здійснюватися одночасно від цих пристроїв і від захисту ротора. Допускається також використовувати пристрій обмеження перевантаження в АРВ для дії на розвантаження (з двома витримками часу) і вимкнення. При цьому захист з інтегральною залежною витримкою часу можна не встановлювати.

На турбогенераторах потужністю, меншою 160 МВт, з безпосереднім охолодженням провідників обмоток і на гідроенергетиках потужністю понад 30 МВт з непрямым охолодженням захист слід виконувати аналогічно тому, як зазначено в 3.2.46.

За наявності пристроїв групового керування збудженням на генераторах рекомендовано виконувати захист із залежною витримкою часу.

У разі роботи генераторів з резервним збудником захист ротора від перевантаження має залишатися в роботі. За неможливості використання захисту із залежною витримкою часу допускається передбачати на резервному збуднику захист з незалежною витримкою часу.

3.2.84. На блоках з турбогенераторами потужністю 160 МВт і більше для запобігання підвищенню напруги в режимі холостого ходу має бути передбаченим захист від підвищення напруги, яка автоматично виводиться з дії в разі роботи генератора на мережу. Під час дії захисту має бути забезпеченим гасіння поля генератора і збудника.

На блоках з гідроенергетиками для запобігання підвищенню напруги під час скидань навантаження має бути передбаченим захист від підвищення напруги. Захист має діяти на вимкнення блока (генератора) і гасіння поля генератора.

Допускається дія захисту на зупин агрегату.

3.2.85. Захист від замикань на землю в одній точці кола збудження має бути передбаченим на гідрогенераторах, на турбогенераторах з водяним охолодженням обмотки ротора і на всіх турбогенераторах потужністю 300 МВт і вище. На гідрогенераторах захист має діяти на вимкнення, а на турбогенераторах - на сигнал.

Захист від замикань на землю в другій точці кола збудження турбогенераторів треба встановлювати на блоках потужністю, меншою 160 МВт, відповідно до 3.2.48.

3.2.86. На блоках з турбогенераторами потужністю 160 МВт і більше, що мають безпосереднє охолодження провідників обмоток, і з гідрогенераторами слід передбачати пристрої захисту від асинхронного режиму з втратою збудження.

Зазначені пристрої рекомендовано застосовувати і на турбогенераторах потужністю, меншою ніж 160 МВт, із безпосереднім охолодженням провідників обмоток. На цих турбогенераторах допускається також передбачати автоматичне виявлення асинхронного режиму тільки за вимкненим положенням пристроїв автоматичного гасіння поля (без застосування захисту від асинхронного режиму).

У разі переведення в асинхронний режим турбогенератора, що втратив збудження, зазначені вище пристрої захисту або автоматичного гасіння поля мають діяти на сигнал про втрату збудження і здійснювати автоматичне перемикання навантаження власних потреб відгалуженням блока, генератор якого втратив збудження, на резервне джерело живлення.

Усі гідрогенератори та турбогенератори, що не допускають асинхронного режиму, а також решта турбогенераторів в умовах дефіциту реактивної потужності в системі під час дії зазначених пристроїв мають вимкатися від мережі.

3.2.87. За наявності вимикача в колі генератора з безпосереднім охолодженням провідників обмоток слід передбачати резервування в разі відмови цього вимикача (наприклад, застосуванням ПРВВ).

3.2.88. ПРВВ 110 кВ і вище на електростанціях має бути виконаним з урахуванням такого:

1. Для запобігання зайвому вимкненню декількох блоків резервним захистом у разі виникнення на одному з них неповнофазного режиму в результаті відмови вимикача з пофазним приводом за його вимкнення на електростанціях з генераторами, що мають безпосереднє охолодження провідників обмоток, треба передбачати прискорений запуск ПРВВ (наприклад, від струмового захисту нульової послідовності трансформатора блока з боку мережі з великим струмом замикання на землю).

2. Для електростанцій, на яких блоки генератор - трансформатор і лінії мають загальні вимикачі (наприклад, у разі застосування полуторної схеми або схеми багатокутника), необхідно передбачати пристрій телевимкнення для вимкнення вимикача і заборони АПВ на протилежному кінці лінії під час ПРВВ у разі його пуску від захисту блока. Крім того, слід передбачати дію ПРВВ на зупин передавача високочастотного захисту.

3.2.89. Під час дії на вимкнення захистів статора генератора і трансформатора блока від внутрішніх пошкоджень, а також захистів ротора генератора має проводитися вимкнення пошкодженого елемента від мережі,

гашення поля генератора і збудника, пуск ПРВВ і здійснюватися вплив на технологічні захисти.

Якщо вимкнення від захисту призводить до знеструмлення навантаження власних потреб, приєднаного відгалуженням до блока, захист має діяти також на вимкнення вимикачів у колі робочого джерела живлення власних потреб для їх переведення на живлення від резервного джерела за допомогою АВР.

Резервні захисти генератора і трансформатора блока за зовнішніх пошкоджень мають діяти відповідно до 3.2.81, пункту 2-4.

На теплових електростанціях з блоковою схемою в тепловій частині у випадках вимкнення блока за внутрішніх пошкоджень має забезпечуватися повний зупин блока. За зовнішніх пошкоджень, а також у разі дії захистів у тих випадках, коли може бути швидко відновлено роботу блока, блок має переводитися в режим холостого ходу, якщо цей режим допускається тепломеханічним устаткуванням.

На гідроелектростанціях за внутрішніх пошкоджень блока крім вимкнення блока має проводитися зупин агрегату. Зупин агрегату допускається виконувати також у разі вимкнення блока внаслідок зовнішніх пошкоджень.

3.2.90. На блоках генератор - трансформатор - лінія основний захист лінії та резервний захист з боку енергосистеми мають бути виконаними відповідно до вимог цієї глави щодо захисту ліній, а з боку блока функції резервного захисту лінії мають виконуватися резервними захистами блока.

Захист блока має бути виконаним згідно з вищенаведеними вимогами.

Дія захисту блока на вимкнення вимикача і пуск ПРВВ з боку енергосистеми має передаватися за допомогою двох взаєморезервованих пристроїв телевимкнення високочастотним каналом або проводами зв'язку. Крім того, рекомендовано передбачати одночасну дію захисту блока на зупин передавача високочастотного захисту.

На блоках з турбогенераторами (за блокової схеми в тепловій частині) з боку енергосистеми за допомогою пристрою телевимкнення на протилежний кінець лінії має передаватися дія захисту шин (за подвійної системи шин) або дія ПРВВ (за полуторної схеми або схеми багатокутника) відповідно на ведення блока в режим холостого ходу або на гасіння поля генератора і зупинник блока. Крім того, рекомендовано використовувати пристрій телевимкнення для прискорення гашення поля генератора і вимкнення власних потреб у разі дії резервних захистів з боку енергосистеми.

За неповнофазного вимкнення вимикача з боку мережі з великим струмом замикання на землю має проводитися прискорений запуск ПРВВ так само, як це передбачено в 3.2.88, п. 1.

ЗАХИСТ ПОВІТРЯНИХ І КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ У МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 3-10 кВ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

3.2.91. Для ліній у мережах 3-10 кВ з ізолюованою нейтраллю (у тому числі й з нейтраллю, заземленою через дугогасний реактор) треба передбачати пристрій релейного захисту від багатофазних і однофазних замикань на землю.

3.2.92. Захист від багатофазних замикань слід передбачати в двофазному виконанні і вмикати в одні й ті самі фази по всій мережі даної напруги для забез-

печення вимкнення в більшості випадків подвійних замикань на землю тільки одного місця пошкодження.

Захист має бути виконаним одно-, дво- або трирелейним залежно від вимог чутливості та надійності.

3.2.93. На одиночних лініях з одностороннім живленням від багатофазних замикань має встановлюватися, як правило, двоступеневий струмовий захист, перший ступінь якого виконано у вигляді струмової відсічки, а другий - у вигляді максимального струмового захисту з незалежною або залежною характеристикою витримки часу.

На нереактованих кабельних лініях з одностороннім живленням, що відходять від шин електростанцій, струмові відсічки мають бути виконаними без витримки часу і зону їх дії має бути визначено за умови вимкнення КЗ, що супроводжуються залишковою напругою на шинах зазначених електростанцій, нижчою ніж 0,5-0,6 від номінального. Для виконання зазначеної умови допускається виконувати захист неселективним у поєднанні з пристроями АПВ або АВР, які повністю або частково виправляють неселективну дію захисту. Дозується встановлювати зазначені відсічки також на лініях, що відходять від шин підстанцій і живлять великі синхронні електродвигуни.

Якщо на нереактованих кабельних лініях з одностороннім живленням, що відходять від шин електростанцій, струмові відсічки не можуть бути застосованими за вимогами селективності, то для забезпечення швидкодії допускається передбачати захисти за 3.2.94, пункт 2 або 3. Застосовувати ці захисти допускається також для робочих ліній власних потреб теплових електростанцій.

На реактованих лініях, вимикачі яких не розраховані на вимикання КЗ до реактора, струмові відсічки не допускаються.

3.2.94. На одиночних лініях з двостороннім живленням за наявності або відсутності обхідних зв'язків, а також на лініях, що входять до кільцевої мережі з однією точкою живлення, рекомендовано застосовувати ті самі захисти, що й на одиночних лініях з одностороннім живленням (див. 3.2.93), виконуючи їх за необхідності напрямленими.

З метою спрощення захистів і забезпечення їх селективної дії допускається застосовувати автоматичний поділ мережі на радіальні ділянки в момент виникнення пошкодження з подальшим автоматичним її відновленням.

Якщо ненапрявлений або напрямлений струмовий ступеневий захист не забезпечує необхідної швидкодії та селективності, допускається передбачати такі захисти:

- 1) дистанційний захист у найпростішому виконанні;
- 2) поперечний диференціальний струмовий захист (для здвоєних кабельних ліній);
- 3) подовжній диференціальний струмовий захист для коротких ділянок ліній; у разі необхідності прокладання спеціального кабелю тільки для подовжнього диференціального захисту довжина його має бути не більшою 3 км.

Для захистів, зазначених у пп. 2 і 3, як резервний захист слід передбачати струмовий захист.

3.2.95. У разі виконання захисту паралельних ліній 3-10 кВ слід керуватися вказівками для паралельних ліній у мережах 35 кВ (див. 3.2.104).

3.2.96. Захист від однофазних замикань на землю треба виконувати у вигляді:

- селективного захисту (що встановлює пошкоджений напрям), який діє на сигнал;

- селективного захисту (що встановлює пошкоджений напрям), який діє на вимкнення, коли це необхідно за вимогами безпеки; захист має бути встановленим на живильних елементах у всій електрично зв'язаній мережі;

- пристрою контролю ізоляції; при цьому відшукування пошкодженого елемента треба виконувати спеціальними пристроями; допускається відшукувати пошкоджений елемент по черговим вимкненням приєднань.

3.2.97. Захист від однофазних замикань на землю має бути виконаним, як правило, з використанням трансформаторів струму нульової послідовності. Захист у першу чергу має реагувати на сталі замикання на землю; допускається також застосовувати пристрої, що реєструють короткочасні замикання, без забезпечення повторності дії.

Захист від однофазних замикань на землю, що діє на вимкнення без витримки часу за вимогами безпеки (див. 3.2.96), має вимкати тільки елемент, що живить пошкоджену ділянку; при цьому як резервний має бути передбаченим захист, що виконується у вигляді захисту нульової послідовності з витримкою часу близько

0, 5 с, діє на вимкнення всієї електрично зв'язаної мережі - системи (секції) шин або живильного трансформатора.

Збільшення струму промислової частоти спеціально для забезпечення дії захисту в мережі з нейтраллю, заземленою через дугогасний реактор (наприклад, за допомогою розладу реактора), як правило, передбачати не допускається.

ЗАХИСТ ПОВІТРЯНИХ І КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ У МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 20 кВ 135 кВ З ІЗОЛЬОВАНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

3.2.98. Для ліній у мережах 20 кВ і 35 кВ з ізолюваною нейтраллю мають бути передбаченими пристрої релейного захисту від багатофазних та однофазних замикань на землю.

3.2.99. Захист від багатофазних замикань слід передбачати у двофазному дво-релейному виконанні і вмикати в одні й ті самі фази по всій мережі даної напруги для забезпечення вимкнення в більшості випадків подвійних замикань на землю тільки одного місця пошкодження. З метою підвищення чутливості до пошкоджень за трансформаторами із з'єднанням обмоток зірка - трикутник допускається виконувати трирелейний захист.

Захист від однофазних замикань на землю слід виконувати, як правило, з дією на сигнал. Для здійснення захисту допускається використовувати пристрій контролю ізоляції.

3.2.100. Під час вибору типу основного захисту слід враховувати вимоги щодо забезпечення сталості роботи енергосистеми та надійної роботи споживача аналогічно тому, як це враховується для захисту ліній напругою 110 кВ (див. 3.2.108).

3.2.101. На одиночних лініях з одностороннім живленням від багатофазних замикань мають бути встановленими переважно ступеневі захисти струму або ступеневі захисти струму і напруги, а якщо такі захисти не задовольняють вимо-

гам чутливості чи швидкості вимкнення пошкодження (див. 3.2.108), наприклад на головних ділянках, - дистанційний ступеневий захист переважно з пуском за струмом. У останньому випадку як додатковий захист рекомендовано використовувати струмову відсічку без витримки часу.

Для ліній, що складаються з декількох послідовних ділянок, з метою спрощення допускається використовувати неселективні ступеневі захисти струму і напруги в поєднанні з пристроями почергового АПВ.

3.2.102. На одиночних лініях, що мають живлення з двох або більше боків (останнє - на лініях з відгалуженнями), як за наявності, так і за відсутності обхідних зв'язків, а також на лініях, що входять до кільцевої мережі з однією точкою живлення, рекомендовано застосовувати ті самі захисти, що й на одиночних лініях з одностороннім живленням (див. 3.2.101), виконуючи їх за необхідності напрямленими, а дистанційні - з пуском від реле опору. При цьому допускається неселективне вимкнення суміжних елементів у разі КЗ в «мертвій» зоні за напругою реле напрямку потужності, якщо струмова відсічка, що використовується як додатковий захист (див. 3.2.101), не встановлюється, наприклад через недостатню її чутливість. Захист встановлюється, як правило, тільки з тих боків, звідки може бути поданим живлення.

3.2.103. На коротких одиночних лініях з двостороннім живленням, коли це потрібно за умовою швидкості дії, допускається застосовувати подовжній диференціальний захист як основний. При цьому довжина кабелю, що прокладається спеціально для цього захисту, не має перевищувати 4 км. Для контролю справності допоміжних проводів захисту слід передбачати спеціальні пристрої. На додаток до подовжнього диференціального захисту як резервний має бути застосовано один із захистів за 3.2.102.

3.2.104. На паралельних лініях, що мають живлення з двох або більше боків, а також на живильному кінці паралельних ліній з одностороннім живленням може бути використано ті самі захисти, що й на відповідних одиночних лініях (див. 3.2.101 і 3.2.102).

Для прискорення вимкнення пошкодження, особливо в разі використання струмових ступеневих захистів або ступеневих захистів струму і напруги, на лініях з двостороннім живленням може бути застосованим додатково захист із контролем напрямку потужності в паралельній лінії. Цей захист можна виконувати у вигляді окремого поперечного струмового напрямленого захисту або тільки у вигляді кола прискорення встановлених захистів (максимальним струмовим, дистанційним) з контролем напрямку потужності в паралельній лінії.

На приймальному кінці двох паралельних ліній з одностороннім живленням, як правило, треба застосовувати поперечний диференціальний напрямлений захист.

3.2.105. Якщо захист за 3.2.104 не задовольняє вимогам швидкодії (див. 3.2.108), а захист із контролем напрямку потужності в паралельній лінії непридатний або небажаний, як основний захист (у разі роботи двох паралельних ліній) на двох паралельних лініях з двостороннім живленням і на живильному кінці двох паралельних ліній з одностороннім живленням слід використовувати поперечний диференціальний напрямлений захист.

При цьому в режимі роботи однієї лінії, а також як резервний (у разі роботи двох ліній) слід використовувати ступеневий захист за 3.2.101 і 3.2.102. Допускається вмикати цей захист або окремі його ступені на суму струмів обох

ліній (наприклад, резервного ступеня з метою збільшення його чутливості до пошкоджень на суміжних елементах). Допускається також використовувати поперечний диференціальний напрямлений захист на додаток до ступеневих струмових захистів для зменшення часу вимкнення пошкодження на захищуваних лініях, якщо за умовою швидкості дії (див. 3.2.108) його встановлення не обов'язкове.

В окремих випадках на коротких паралельних лініях допускається застосовувати поздовжній диференціальний захист (див. 3.2.103).

ЗАХИСТ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ У МЕРЕЖАХ НАПРУГОЮ 110-500 кВ З ЕФЕКТИВНО ЗАЗЕМЛЕНОЮ НЕЙТРАЛЛЮ

3.2.106. Для ліній у мережах 110-500 кВ з ефективно заземленою нейтраллю треба передбачити пристрої релейного захисту від багатофазних замикань і від замикань на землю.

3.2.107. Захисти мають бути обладнаними пристроями, що блокують їх дію в разі коливань, якщо в мережі можливі коливання або асинхронний хід, за яких імовірні зайві спрацьовування захисту. Допускається виконувати захист без блокувальних пристроїв, якщо він відрегульований від коливань за часом (близько 1,5-2 с).

3.2.108. Для ліній 330 кВ і вище як основний треба передбачати захист, що діє без уповільнення в разі КЗ в будь-якій точці захищуваної ділянки.

Для ліній напругою 110-220 кВ питання про тип основного захисту, зокрема про необхідність застосування захисту, що діє без уповільнення в разі КЗ у будь-якій точці захищуваної ділянки, має вирішуватися в першу чергу з урахуванням вимоги збереження сталості роботи енергосистеми. При цьому, якщо за розрахунками сталості роботи енергосистеми не пред'являються інші, жорсткіші вимоги, може бути прийнято, що зазначена вимога, як правило, задовольняється, коли трифазні КЗ, за яких залишкова напруга на шинах електростанцій і підстанцій нижча ніж

$0,6 - 0,7 u_{ном}$ відключаються без витримки часу. Менше значення залишкової напруги ($0,6 u_{ном}$) може бути допущеним для ліній 110 кВ, менш відповідальних ліній 220 кВ (у сильно розгалужених мережах, де живлення споживачів надійно забезпечується з декількох сторін), а також для відповідальніших ліній 220 кВ у випадках, коли дане КЗ не призводить до значного скидання навантаження.

Під час вибору типу захистів, що встановлюються на лініях 110-220 кВ, крім вимоги збереження сталості роботи енергосистеми треба враховувати таке:

1. На лініях 110 кВ і вище, що відходять від АЕС, а також на всіх елементах прилеглої мережі, на яких за багатофазних КЗ залишкова напруга прямої послідовності з боку вищої напруги блоків АЕС може знижуватися більш ніж до $0,45 u_{ном}$, слід забезпечувати резервування швидкодійних захистів з витримкою часу, що не перевищує 1,5 с з урахуванням дії ПРВВ.

2. Пошкодження, вимкнення яких з витримкою часу може призвести до порушення роботи відповідальних споживачів, мають відключатися без витримки часу (наприклад, пошкодження, за яких залишкова напруга на шинах електростанцій та підстанцій буде нижчою $0,6 U_{н(ш)}$, якщо вимкнення їх з витримкою часу може призвести до саморозвантаження внаслідок лавини напруги, або пошкодження із залишковою напругою $0,6 U_{н(ш)}$ і більше, якщо вимкнення їх з витримкою часу може призвести до порушення технології).

3. У разі необхідності здійснення швидкодійного АПВ на лінії має бути встановлювати швидкодійний захист, що забезпечує вимкнення пошкодженої лінії без витримки часу з обох боків.

4. У разі вимкнення з витримкою часу пошкоджень зі струмами, що в декілька разів перевершують номінальний, можливе неприпустиме перегрівання провідників.

Допускається застосовувати швидкодійні захисти в складних мережах і за відсутності викладених вище умов, якщо це необхідно для забезпечення селективності.

3.2.109. Під час оцінювання забезпечення вимог сталості виходячи зі значень залишкової напруги за 3.2.108 необхідно керуватися таким:

1. Для одиночного зв'язку між електростанціями або енергосистемами зазначену в 3.2.108 залишкову напругу має бути перевірено на шинах підстанцій та електростанцій, що входять до цього зв'язку, у разі КЗ на лініях, що відходять від цих шин, крім ліній, які створюють зв'язок; для одиночного зв'язку, що містить частину ділянок з паралельними лініями, - також у разі КЗ на кожній із цих паралельних ліній.

2. За наявності декількох зв'язків між електростанціями або енергосистемами вказане в 3.2.108 значення залишкової напруги треба перевіряти на шинах тільки тих підстанцій або електростанцій, де з'єднуються ці зв'язки, у разі КЗ - на зв'язках і на інших лініях, що живляться від цих шин, а також на лініях, що живляться від шин підстанцій зв'язків.

3. Залишкову напругу має бути перевірено в разі КЗ у кінці зони, охопленої першим ступенем захисту в режимі каскадного вимкнення пошкодження, тобто після вимкнення вимикача з протилежного кінця лінії захистом без витримки часу.

3.2.110. На одиночних лініях з одностороннім живленням від багатофазних замикань слід установлювати ступеневі струмові захисти або ступеневі захисти струму і напруги. Якщо такі захисти не задовольняють вимогам чутливості або швидкості вимкнення пошкодження (див. 3.2.108), наприклад на головних ділянках, або якщо це доцільно за умовою узгодження захистів суміжних ділянок із захистом даної ділянки, має бути передбаченим ступеневий дистанційний захист. У останньому випадку як додатковий захист рекомендовано використовувати струмову відсічку без витримки часу.

Від замикань на землю має передбачатися, як правило, ступеневий струмовий напрямлений або ненапрявлений захист нульової послідовності. Захист треба встановлювати, як правило, тільки з тих боків, звідки може подаватися живлення.

Для ліній, що складаються з декількох послідовних ділянок, з метою спрощення допускається використовувати неселективні ступеневі захисти струму і напруги (від багатофазних замикань) і ступеневі струмові захисти нульової послідовності (від замикань на землю) у поєднанні з пристроями почергового АПВ.

3.2.111. На одиночних лініях, що мають живлення з двох або більше боків (останнє - на лініях з відгалуженнями), як за наявності, так і за відсутності обхідних зв'язків, а також на лініях, що входять до кільцевої мережі з однією

точкою живлення, від багатофазних замикань треба застосовувати дистанційний захист (переважно триступеневий), використовуваний як резервний або основний (останнє - тільки на лініях 110-220 кВ).

Як додатковий захист рекомендовано використовувати струмову відсічку без витримки часу. В окремих випадках допускається використовувати струмову відсічку для дії за помилкового увімкнення на трифазну закортку в місці встановлення захисту, якщо струмова відсічка, виконана для дії в інших режимах, не задовольняє вимозі чутливості (див. 3.2.26).

Від замикань на землю має бути передбаченим, як правило, ступеневий струмовий напрямлений або ненапрямлений захист нульової послідовності.

3.2.112. Як основний захист від багатофазних замикань на приймальному кінці головних ділянок кільцевої мережі з однією точкою живлення рекомендовано застосовувати одноступеневий струмовий напрямлений захист; на інших одиночних лініях (переважно 110 кВ) допускається в окремих випадках застосовувати ступеневі струмові захисти або ступеневий захист струму і напруги, виконуючи їх у разі потреби напрямленими. Захист слід установлювати, як правило, тільки з тих боків, звідки може подаватися живлення.

3.2.113. На паралельних лініях, що мають живлення з двох або більше боків, а також на живильному кінці паралельних ліній з одностороннім живленням можна використовувати ті самі захисти, що й на відповідних одиночних лініях (див. 3.2.110 і 3.2.111).

Для прискорення вимкнення замикань на землю, а в окремих випадках і замикань між фазами на лініях з двостороннім живленням можна застосовувати додатковий захист із контролем напрямку потужності в паралельній лінії. Цей захист може бути виконаним у вигляді окремого поперечного струмового захисту (з увімкненням реле на струм нульової послідовності або на фазні струми) або тільки у вигляді кола прискорення встановлених захистів (струмового нульової послідовності, максимального струмового, дистанційного тощо) з контролем напрямку потужності в паралельних лініях.

З метою підвищення чутливості захисту нульової послідовності допускається передбачати виведення з роботи окремих п ступенів за вимкнення вимикача паралельної лінії.

На приймальному кінці двох паралельних ліній з одностороннім живленням, як правило, треба передбачати поперечний диференціальний напрямлений захист.

3.2.114. Якщо захист за 3.2.113 не задовольняє вимогам швидкодії (див. 3.2.108), то як основний захист (у разі роботи двох паралельних ліній) на живильному кінці двох паралельних ліній 110-220 кВ з одностороннім живленням і на двох паралельних лініях 110 кВ з двостороннім живленням переважно в розподільних мережах можна застосовувати поперечний диференціальний напрямлений захист.

При цьому в режимі роботи однієї лінії, а також як резервний у разі роботи двох ліній використовують захист за 3.2.110 і 3.2.111. Допускається вмикати цей захист або окремі його ступені на суму струмів обох ліній (наприклад, останнього ступеня струмового захисту нульової послідовності) з метою підвищення його чутливості до пошкоджень на суміжних елементах.

Допускається використовувати поперечний диференціальний напрямлений захист на додаток до ступеневих струмових захистів паралельних ліній 110 кВ для

зменшення часу вимкнення пошкодження на захищуваних лініях, у випадках, якщо за умовами швидкодії (див. 3.2.108) його використання не обов'язкове.

3.2.115. Якщо захист за 3.2.111-3.2.113 не задовольняє вимозі швидкодії (див. 3.2.108), то як основні захисти одиночних і паралельних ліній з двостороннім живленням слід передбачати високочастотні та подовжні диференціальні захисти.

Для ліній 110-220 кВ рекомендовано здійснювати основний захист з використанням високочастотного блокування дистанційної та струмової напрямленої нульової послідовності захистів, коли це доцільно за умовами чутливості (наприклад, на лініях з відгалуженнями) або спрощення захисту.

У разі необхідності прокладання спеціального кабелю використання подовжнього диференціального захисту має бути обгрунтованим техніко-економічним розрахунком.

Для контролю справності допоміжних проводів захисту треба передбачати спеціальні пристрої.

На лініях 330-350 кВ на додаток до високочастотного захисту слід передбачати використання пристрою передачі вимикального або дозвільного високочастотного сигналу (для прискорення дії ступеневого резервного захисту), якщо цей пристрій передбачено для інших цілей. На лініях 500 кВ допускається встановлювати зазначений пристрій спеціально для релейного захисту.

Допускається у випадках, якщо це потрібно за умовами швидкодії (див. 3.2.108) або чутливості (наприклад, на лініях з відгалуженнями), використовувати передавання вимикального сигналу для прискорення дії ступеневих захистів ліній 110-220 кВ.

3.2.116. Під час виконання основного захисту за 3.2.115 як резервні слід застосовувати:

- від багатofазних КЗ, як правило, - дистанційні захисти, переважно триступеневі;
- від замикань на землю - ступеневі струмові напрямлені або ненапрямлені захисти нульової послідовності.

На випадок тривалого виведення з дії основного захисту, зазначеного в 3.2.115, якщо цей захист установлено на вимогу швидкості вимкнення пошкодження (див.

3.2.108), допускається передбачати неселективне прискорення резервного захисту від замикань між фазами (наприклад, з контролем значення напруги прямої послідовності).

3.2.117. Основні захисти, швидкодійні ступені резервних захистів від багатofазних замикань і вимірювальні органи пристрою ОАПВ для ліній 330-350 кВ мають бути спеціального виконання, що забезпечує їх нормальне функціонування (із заданими параметрами) в умовах інтенсивних перехідних електромагнітних процесів і значної ємнісної провідності ліній. Для цього треба передбачати:

- у комплектах захистів і вимірювальних органах ОАПВ - заходи, що обмежують вплив перехідних електромагнітних процесів (наприклад, низькочастотні фільтри);
- у диференціально-фазному високочастотному захисті, установленому на лініях завдовжки понад 150 км, - пристрої компенсації струмів, зумовлених ємнісною провідністю лінії.

У разі увімкнення швидкодійних захистів на суму струмів двох або більше трансформаторів струму за неможливості виконання вимог 3.2.29 рекомендовано

передбачати спеціальні заходи для вимкнення зайвого спрацьовування захистів за зовнішніх пошкоджень (наприклад, загрублення захистів) або встановлювати в колі лінії окремий комплект трансформаторів струму для живлення захисту.

У захистах, установлених на лініях 330-500 кВ, обладнаних пристроями подовжньої смісної компенсації, треба передбачати заходи для запобігання зайвому спрацьовуванню захисту за зовнішніх пошкоджень, зумовленому впливом вищезазначених пристроїв. Наприклад, можуть бути використаними реле напрямку потужності зворотної послідовності або передача дозвільного сигналу.

3.2.118. У разі застосування ОАПВ пристрої релейного захисту треба виконувати так, щоб:

- 1) у разі замикання на землю однієї фази, а в окремих випадках - і в разі замикань між двома фазами було забезпеченим вимкнення тільки однієї фази (з подальшим її автоматичним повторним вмиканням);
- 2) за неуспішного повторного вмикання на пошкодження, зазначені в п. 1, проводилося вимкнення однієї або трьох фаз залежно від того, передбачається тривалий неповнофазний режим роботи лінії чи не передбачається;
- 3) за інших видів пошкодження захист діяв на вимкнення трьох фаз.

ЗАХИСТ ШИН. ЗАХИСТ НА ОБХІДНОМУ, ШИНОЗ'ЄДНУВАЛЬНОМУ ТА СЕКЦІЙНОМУ ВИМИКАЧАХ

3.2.119. Для збірних шин 110 кВ і вище електростанцій та підстанцій окремі пристрої релейного захисту треба передбачати:

- 1) для двох систем шин (подвійна система шин, полуторна схема тощо) і одиночної секціонованої системи шин;
- 2) для одиночної несекціонованої системи шин, якщо вимкнення пошкоджень на шинах дією захистів приєднаних елементів неприпустиме за умов, аналогічних наведеному у 3.2.108, або якщо на лініях, що живлять дані шини, є відгалуження.

3.2.120. Для збірних шин 35 кВ електростанцій та підстанцій окремі пристрої релейного захисту треба передбачати:

- за умов, наведених у 3.2.108;
- для двох систем або секцій шин, якщо в разі використання для їх розділення захисту, установленого на шиноз'єднувальному (секційному) вимикачі, або захистів, установлених на елементах, які живлять дані шини, не задовольняються вимоги надійності живлення споживачів (з урахуванням можливостей, що забезпечуються пристроями АПВ і АВР).

3.2.121. Як захист збірних шин електростанцій і підстанцій 35 кВ і вище слід передбачати, як правило, диференціальний струмовий захист без витримки часу, що охоплює всі елементи, приєднані до системи або секції шин. Захист має здійснюватися із застосуванням спеціальних реле струму, відрегульованих від перехідних і сталих струмів небалансу (наприклад, реле, увімкнених через насичувані трансформатори струму, реле з гальмуванням).

У разі приєднання трансформатора (автотрансформатора) 330 кВ і вище більш ніж через один вимикач рекомендовано передбачати диференціальний

струмовий захист ошиновки.

3.2.122. Для подвійної системи шин електростанцій та підстанцій 35 кВ і вище з одним вимикачем на приєднаний елемент диференціальний захист має бути передбаченим у виконанні для фіксованого розподілу елементів.

У захисті шин 110 кВ і вище слід передбачати можливість зміни фіксації в разі переведення приєднання з однієї системи шин на іншу на рядах затискачів.

3.2.123. Диференціальний захист, зазначений у 3.2.121 і 3.2.122, має бути виконаним з пристроєм контролю справності вторинних кіл задіяних трансформаторів струму, що діє з витримкою часу на виведення захисту з роботи і на сигнал.

3.2.124. Для секціонованих шин 6-10 кВ електростанцій має бути передбаченим двоступеневий неповний диференціальний захист, перший ступінь якого виконано у вигляді струмової відсічки за струмом і напругою або дистанційного захисту, а другий - у вигляді максимального струмового захисту. Захист має діяти на вимкнення живильних елементів і трансформатора власних потреб.

Якщо під час виконання другого ступеня захисту не забезпечено необхідної чутливості в разі КЗ в кінці реактованих ліній, що живляться (навантаження на шинах генераторної напруги велике, вимикачі ліній, що живляться, встановлено за реакторами), її слід виконувати у вигляді окремих комплектів максимальних струмових захистів із пуском або без пуску напруги, що встановлюються в колах реакторів; дія цих комплектів на вимкнення живильних елементів має контролюватися додатковим пристроєм, що спрацьовує в разі виникнення КЗ. При цьому на секційному вимикачі має бути передбачено захист (призначений для ліквідації пошкоджень між реактором і вимикачем), що вводиться в дію під час вимкнення цього вимикача. У разі виділення частини живильних елементів на резервну систему шин має бути передбаченим неповний диференціальний захист шин у виконанні для фіксованого розподілу елементів.

Якщо можливі часті режими роботи з розподілом живильних елементів на різні системи шин, допускається передбачати окремі дистанційні захисти, установлені на всіх живильних елементах, крім генераторів.

3.2.125. Для секціонованих шин 6-10 кВ електростанцій із генераторами потужністю 12 МВт і менше допускається не передбачати спеціального захисту; при цьому ліквідація КЗ на шинах має здійснюватися дією максимальних струмових захистів генераторів.

3.2.126. Спеціальні пристрої релейного захисту для одиночної секціонованої та подвійної систем шин 6-10 кВ знижувальних підстанцій, як правило, не слід передбачати, а ліквідація КЗ на шинах має здійснюватися дією захистів трансформаторів від зовнішніх КЗ і захистів, установлених на секційному або шиноз'єднувальному вимикачі. З метою підвищення чутливості і прискорення дії захисту шин потужних підстанцій допускається застосовувати захист, увімкнений на суму струмів живильних елементів. За наявності реакторів на лініях, що відходять від шин підстанцій, допускається захист шин виконувати за аналогією до захисту шин електростанцій.

3.2.127. За наявності трансформаторів струму, вбудованих у вимикачі, для диференціального захисту шин і для захистів приєднань, що відходять від цих

шин, мають бути використаними трансформатори струму, розміщені з різних боків вимикача, щоб пошкодження у вимикачі входили в зони дії цих захистів.

Якщо вимикачі не мають вбудованих трансформаторів струму, то з метою економії слід передбачати виносні трансформатори струму тільки з одного боку вимикача і встановлювати їх по можливості так, щоб вимикачі входили в зону дії диференціального захисту шин. При цьому в захисті подвійної системи шин з фіксованим розподілом елементів має бути передбаченим використання двох сердечників трансформаторів струму в колі шиноз'єднувального вимикача.

У разі застосування окремих дистанційних захистів як захисту шин трансформатори струму цих захистів у колі секційного вимикача треба встановлювати між секцією шин і реактором.

3.2.128. Захист шин слід виконувати так, щоб у разі випробування пошкодженої системи або секції шин забезпечувалося селективне вимкнення системи (секції) без витримки часу.

3.2.129. На обхідному вимикачі 110 кВ і вище за наявності шиноз'єднувального (секційного) вимикача треба передбачати захисти (використовувані під час перевірки й ремонту захисту, вимикача і трансформаторів струму будь-якого з елементів, приєднаних до шин):

- триступеневий дистанційний захист і струмова відсічка від багатофазних КЗ;
- чотириступеневий струмовий напрямлений захист нульової послідовності від замикання на землю.

При цьому на шиноз'єднувальному (секційному) вимикачі треба передбачати захисти (що використовуються для поділу систем або секцій шин за відсутності ПРВВ або виведення його чи захисту шин з дії, а також для підвищення ефективності далекого резервування):

- двоступеневий струмовий захист від багатофазних КЗ;
- триступеневий струмовий захист нульової послідовності від замикань на землю.

Допускається встановлювати складніші захисти на шиноз'єднувальному (секційному) вимикачі, якщо це потрібно для підвищення ефективності далекого резервування.

На шиноз'єднувальному (секційному) вимикачі 110 кВ і вище, призначеному і для виконання функції обхідного вимикача, треба передбачати ті самі захисти, що й на обхідному і шиноз'єднувальному (секційному) вимикачах у разі їх роздільного виконання.

Рекомендовано передбачати переведення основних швидкодійних захистів ліній 110 кВ і вище на обхідний вимикач.

На шиноз'єднувальному (секційному) вимикачеві 3-35 кВ має бути передбаченим двоступеневий струмовий захист від багатофазних КЗ.

3.2.130. Окрему панель захисту, призначену спеціально для використання замість лінії, що виводиться на перевірку захисту, слід передбачати за схем електричних з'єднань, у яких відсутній обхідний вимикач (наприклад, чотирикутник, полуторна схема тощо); таку окрему панель захисту слід передбачати для ліній 220 кВ, що не мають окремого основного захисту; для ліній 330-500 кВ.

Допускається передбачати окрему панель захисту для ліній 110 кВ, що не мають окремого основного захисту, за схем електричних з'єднань «місток» з вимикачами в колах ліній і «багатокутник», якщо під час перевірки захисту лінії ліквідувати пошкодження на ній відповідно до вимог, що ставляться, простішими засобами технічно неможливо.

ЗАХИСТ СИНХРОННИХ КОМПЕНСАТОРІВ

3.2.131. Пристрої релейного захисту синхронних компенсаторів слід виконувати аналогічно тим, що передбачаються для турбогенераторів відповідних потужностей з такими відмінностями:

1. Захист від струмів, зумовлених симетричним перевантаженням, що діє на сигнал, має виводитися на період пуску, якщо в цьому режимі можлива його дія.

2. Слід передбачати мінімальний захист напруги, що діє на вимкнення вимикача синхронного компенсатора. Напругу спрацьовування захисту має бути прийнята такою, що дорівнює $0,1-0,2 C/\wedge$, витримка часу - близько 10 с.

3. Має бути передбаченим захист, що діє в разі короткочасного зникнення живлення підстанції (наприклад, у безструмову паузу АПВ живильної лінії). Захист має виконуватися у вигляді мінімального захисту частоти і діяти на вимкнення вимикача синхронного компенсатора або на АГП. Допускається використовувати захист, виконаний на інших засадах, наприклад, захист, який реагує на швидкість зниження частоти.

4. На синхронних компенсаторах потужністю 50 Мвар і більше слід передбачати захист від втрати збудження (зниження струму збудження нижче від допустимої межі) з дією на вимкнення синхронного компенсатора або на сигнал. Для синхронних компенсаторів, на яких передбачається можливість переведення на режим роботи з негативним струмом ротора, цей захист можна не застосовувати.

5. Для синхронного компенсатора, що працює в блоці з трансформатором, у разі замикання на землю в обмотці статора має бути передбачено дію захисту, установленого з боку нижчої напруги трансформатора.

Якщо струм замикання на землю з боку нижчої напруги трансформатора перевищує 5 А, допускається не встановлювати дугогасний реактор і виконувати захист з двома витримками часу; з меншою витримкою часу передбачається вимкнення вимикача синхронного компенсатора, а з більшою - подача сигналу.

У разі струму замикання на землю до 5 А захист має бути виконаним з однією витримкою часу і з дією на сигнал. Для синхронних компенсаторів потужністю 50

Мвар і більше має бути передбачено можливість дії захисту на сигнал або на вимкання.

3.2.132. На підстанціях без постійного чергування персоналу захист від перевантаження синхронного компенсатора має виконуватися з незалежною витримкою часу і діяти з меншою витримкою часу на сигнал та зниження струму збудження, а з більшою - на вимкнення синхронного компенсатора (якщо запобігання тривалим перевантаженням не забезпечується пристроями автоматичного регулювання збудження).

3.2.133. Захист від замикань на землю в колі збудження синхронного компенсатора слід виконувати так само, як для гідрогенераторів (див. 3.2.85).

ГЛАВА 3.3 АВТОМАТИКА ТА ТЕЛЕМЕХАНІКА

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

3.3.1. Ця глава Правил поширюється на автоматичні та телемеханічні пристрої електростанцій, енергосистем, мереж і електропостачання промислових та інших електроустановок, призначені для здійснення:

- 1) АПВ ліній або фаз ліній, шин та інших електроустановок після їх автоматичного вимкнення;
- 2) АВР резервного живлення або устаткування;
- 3) увімкнення синхронних генераторів і синхронних компенсаторів на паралельну роботу;
- 4) регулювання збудження, напруги і реактивної потужності;
- 5) регулювання частоти і активної потужності;
- 6) запобігання порушенням сталості;
- 7) припинення асинхронного режиму;
- 8) обмеження зниження частоти;
- 9) обмеження підвищення частоти;
- 10) обмеження зниження напруги;
- 11) обмеження підвищення напруги;
- 12) запобігання перевантаженню устаткування;
- 13) диспетчерського контролю і керування.

Функції пристроїв за пп. 4-11 визначаються повністю або частково умовами роботи енергосистеми в цілому. Ці пристрої мають проектуватися і експлуатуватися відповідними енергетичними підприємствами, енергооб'єднаннями або за узгодженням з ними.

В енергосистемах і на енергооб'єктах можуть установлюватися пристрої автоматичного керування, не охоплені цією главою Правил і регламентовані іншими документами. Дії цих пристроїв мають бути узгодженими між собою, а також з дією пристроїв і систем, що розглядаються в цій главі.

У електричних мережах підприємств-споживачів електроенергії слід застосовувати такі пристрої автоматики, які по можливості не допускають порушень найбільш відповідальних технологічних процесів за короткочасних перерв електропостачання, зумовлених дією захистів і автоматики в мережі зовнішнього і внутрішнього електропостачання (див. також 5.3.52, 5.3.53 і 5.3.58).

АВТОМАТИЧНЕ ПОВТОРНЕ ВВІМКНЕННЯ (АПВ)

3.3.2. Пристрої АПВ мають передбачатися для швидкого відновлення живлення споживачів або міжсистемних і внутрішньосистемних зв'язків шляхом автоматичного увімкнення вимикачів, вимкнутих пристроями релейного захисту.

Має передбачатися автоматичне повторне увімкнення:

1) повітряних і змішаних (кабельно-повітряних) ліній усіх типів напругою, вищою 1 кВ. Відмова від застосування АПВ має бути в кожному окремому випадку обгрунтованою. На кабельних лініях 35 кВ і нижче АПВ рекомендовано застосовувати у випадках, коли воно може бути ефективним у зв'язку зі значною ймовірністю пошкоджень з утворенням відкритої дуги (наприклад, наявність декількох проміжних збірок, живлення по одній лінії декількох підстанцій), а також з метою виправлення неселективної дії захисту. Питання про застосування АПВ на кабельних лініях 110 кВ і вище має вирішуватися під час проектування у кожному окремому випадку з урахуванням конкретних умов;

2) шин електростанцій та підстанцій (див. 3.3.24 і 3.3.25);

3) трансформаторів (див. 3.3.26);

4) відповідальних електродвигунів, що вимикаються для забезпечення самозапуску інших електродвигунів (див. 3.3.38).

Для здійснення АПВ за пп. 1-3 мають також передбачатися пристрої АПВ на обхідних, шиноз*єднувальних і секційних вимикачах.

Допускається з метою економії апаратури виконувати пристрій групового АПВ на лініях, у першу чергу кабельних, та інших приєднаннях 6-10 кВ. При цьому слід враховувати недоліки пристрою групового АПВ, наприклад можливість відмови у випадку, якщо після вимкнення вимикача одного з приєднань вимкнення вимикача іншого приєднання відбувається до повернення пристрою АПВ в початкове положення.

3.3.3. Пристрої АПВ треба виконувати так, щоб вони не діяли в разі:

1) вимкнення вимикача персоналом дистанційно або за допомогою телекерування;

2) автоматичного вимкнення від релейного захисту безпосередньо після увімкнення персоналом дистанційно або за допомогою телекерування;

3) вимкнення вимикача захистом від внутрішніх пошкоджень трансформаторів і обертових машин пристроями протиаварійної автоматики, а також у інших випадках вимкнень вимикача, коли дія АПВ неприпустима. АПВ після дії АЧР (ЧАПВ) треба виконувати відповідно до 3.3.81.

Пристрої АПВ мають бути виконаними так, щоб унеможливити багатократне увімкнення на КЗ за будь-якої несправності в схемі пристрою.

Пристрої АПВ мають виконуватися з автоматичним поверненням.

3.3.4. У разі застосування АПВ має, як правило, передбачатися прискорення дії релейного захисту на випадок неуспішного АПВ. Прискорення дії релейного захисту після неуспішного АПВ виконують за допомогою пристрою прискорення після увімкнення вимикача, яке, як правило, має використовуватися і в разі увімкнення вимикача з інших причин (від ключа керування, телекерування або пристрою АВР). За прискорення захисту після увімкнення вимикача має бути вжито заходів проти можливого вимкнення вимикача захистом під дією поштовху струму в разі увімкнення через неодноразове увімкнення фаз вимикача.

Не слід прискорювати захисти після увімкнення вимикача, коли лінію вже увімкнено під напругу іншим своїм вимикачем (тобто за наявності симетричної напруги на лінії).

Допускається не прискорювати після АПВ дію захистів ліній 35 кВ і нижче, виконаних на змінному оперативному струмі, якщо для цього потрібне значне ускладнення захистів і час їх дії в разі металевого КЗ поблизу місця встановлення не перевершує 1,5 с.

3.3.5. Пристрої трифазного АПВ (ТАПВ) мають здійснюватися переважно з пуском за невідповідності між раніше поданою оперативною командою і вимкненим положенням вимикача; допускається також пуск пристрою АПВ від захисту.

3.3.6. Можуть застосовуватися, як правило, пристрої ТАПВ однократної або двократної дії (останнє - якщо це припустимо за умовами роботи вимикача). Пристрій ТАПВ двократної дії рекомендовано застосовувати для повітряних ліній, особливо для одиночних з одностороннім живленням. У мережах 35 кВ і нижче пристрій ТАПВ двократної дії рекомендовано застосовувати в першу чергу для ліній, що не мають резервування по мережі.

У мережах з ізолюваною або компенсованою нейтраллю, як правило, має застосовуватися блокування другого циклу АПВ у разі замикання на землю після АПВ першого циклу (наприклад, за наявності напруги нульової послідовності). Витримка часу ТАПВ в другому циклі має бути не меншою 15-20 с.

3.3.7. Для прискорення відновлення нормального режиму роботи електропередачі витримка часу пристрою ТАПВ (особливо для першого циклу АПВ двократної дії на лініях з одностороннім живленням) має прийматися мінімально можливо з урахуванням часу згасання дуги та деіонізації середовища в місці пошкодження, а також з урахуванням часу готовності вимикача та його приведення до повторного увімкнення.

Витримка часу пристрою ТАПВ на лінії з двостороннім живленням має вибиратися також з урахуванням можливого неодноточасного відключення пошкодження з обох кінців лінії; при цьому час дії захистів, призначених для далекого резервування, враховувати не потрібно. Допускається не враховувати різночасності вимкнення вимикачів по кінцях лінії, коли вони вимикаються внаслідок спрацьовування високочастотного захисту.

З метою підвищення ефективності ТАПВ одноразової дії допускається збільшувати його витримку часу (по можливості з урахуванням роботи споживача).

3.3.8. На одиночних лініях 110 кВ і вище з одностороннім живленням, для яких допустимий у разі неуспішного ТАПВ перехід на тривалу роботу двома фазами, слід передбачати ТАПВ двократної дії на живильному кінці лінії. Переведення лінії на роботу двома фазами може проводитися персоналом на місці або за допомогою телекерування.

Для переведення лінії після неуспішного АПВ на роботу двома фазами слід передбачати пофазне керування роз'єднувачами або вимикачами на живильному і приймальному кінцях лінії.

У разі переведення лінії на тривалу роботу двома фазами слід за необхідності вживати заходів до зменшення перешкод у роботі ліній зв'язку через неповно-

фазний режим роботи лінії. З цією метою допускається обмеження потужності, що передається по лінії в неповнофазному режимі (якщо це можливо за умовами роботи споживача).

В окремих випадках за наявності спеціального обґрунтування допускається також перерва в роботі лінії зв'язку на час неповнофазного режиму.

3.3.9. На лініях, вимкнення яких не призводить до порушення електричного зв'язку між генеруючими джерелами, наприклад на паралельних лініях з одностороннім живленням, слід установлювати пристрої ТАПВ без перевірки синхронізму.

3.3.10. На одиночних лініях з двостороннім живленням (за відсутності шунтувальних зв'язків) має передбачатися один з таких видів трифазного АПВ (або їх комбінацій):

- а) швидкодійне ТАПВ (ШАПВ)
- б) несинхронне ТАПВ (НАПВ);
- в) ТАПВ з уловлюванням синхронізму (ТАПВ ВУС).

Крім того, може передбачатися однофазне АПВ (ОАПВ) у поєднанні з різними видами ТАПВ, якщо вимикачі обладнано пофазним керуванням і не порушується сталість паралельної роботи частин енергосистеми в циклі ОАПВ.

Вибір видів АПВ проводиться виходячи з сукупності конкретних умов роботи системи і устаткування з урахуванням вказівок 3.3.11-3.3.15.

3.3.11. Швидкодійне АПВ, або ШАПВ (одночасне вмикання з мінімальною витримкою часу з обох кінців), рекомендовано передбачати на лініях за 3.3.10 для автоматичного повторного вмикання, як правило, за невеликої розбіжності кута між векторами ЕДС з'єднаних систем. ШАПВ може застосовуватися за наявності вимикачів, що допускають ШАПВ, якщо після увімкнення забезпечується збереження синхронної паралельної роботи систем і максимальний електромагнітний момент синхронних генераторів і компенсаторів менший (з урахуванням необхідного запасу) від електромагнітного моменту, що виникає в разі трифазного КЗ на виводах машини.

Оцінювання максимального електромагнітного моменту має проводитися для гранично можливої розбіжності кута за час ШАПВ. Відповідно запуск ШАПВ має проводитися лише в разі спрацьовування швидкодійного захисту, зона дії якого охоплює всю лінію. ШАПВ має блокуватися в разі спрацьовування резервних захистів і блокуватися або затримуватися під час роботи ПРВВ.

Якщо для збереження стійкості енергосистеми за неуспішного ШАПВ потрібний великий обсяг дій від протиаварійної автоматики, застосовувати ШАПВ не рекомендовано.

3.3.12. Несинхронне АПВ (НАПВ) може застосовуватися на лініях за 3.3.10 (в основному 110-220 кВ), якщо:

- а) максимальний електромагнітний момент синхронних генераторів і компенсаторів, що виникає за несинхронного увімкнення, менший (з урахуванням необхідного запасу) від електромагнітного моменту, що виникає за трифазного КЗ на виводах машини, при цьому як практичні критерії оцінювання допустимості НАПВ приймаються розрахункові початкові значення періодичних складових струмів статора за кута увімкнення 180° ;

б) максимальний струм через трансформатор (автотрансформатор) за кута увімкнення 180° менший від струму КЗ на його виводах під час живлення від шин нескінченної потужності;

в) після АПВ забезпечується досить швидка ресинхронізація; якщо внаслідок несинхронного автоматичного повторного увімкнення можливе виникнення тривалого асинхронного ходу, мають застосовуватися спеціальні заходи для його запобігання або припинення.

За дотримання цих умов НАПВ допускається застосовувати також у режимі ремонту на паралельних лініях.

Під час виконання НАПВ необхідно вжити заходів щодо запобігання зайвому спрацьовуванню захисту. З цією метою рекомендовано, зокрема, здійснювати увімкнення вимикачів за НАПВ у певній послідовності, наприклад виконанням АПВ з одного з боків лінії з контролем наявності напруги на ній після успішного ТАПВ з протилежного боку.

3.3.13. АПВ з уловлюванням синхронізму може застосовуватися на лініях за 3.3.10 для ввімкнення лінії за значних (приблизно до 4%) ковзань і допустимого кута.

Можливе також таке виконання АПВ. На кінці лінії, який має вмикатися першим, проводиться прискорене ТАПВ (з фіксацією спрацьовування швидкодійного захисту, зона дії якої охоплює всю лінію) без контролю напруги на лінії (ПТАПВ БК) або ТАПВ з контролем відсутності напруги на лінії (ТАПВ ВН), а на другому її кінці - ТАПВ з уловлюванням синхронізму. Останнє проводиться за умови, що увімкнення першого кінця лінії було успішним (це може бути визначено, наприклад, за допомогою контролю наявності напруги на лінії).

Для уловлювання синхронізму можуть застосовуватися пристрої, побудовані за принципом синхронізатора з постійним кутом випередження.

Пристрої АПВ слід виконувати так, щоб була можливість змінювати черговість увімкнення вимикачів по кінцях лінії.

Під час виконання пристрою АПВ ПР необхідно прагнути до забезпечення його дії з можливо більшої різниці частот. Максимальний допустимий кут увімкнення в разі застосування АПВ ПР має прийматися з урахуванням умов, зазначених у

3.3.12. У разі застосування пристрою АПВ ПР рекомендовано його використовувати для увімкнення лінії персоналом (напівавтоматична синхронізація).

3.3.14. На лініях, обладнаних трансформаторами напруги, для контролю відсутності напруги (КВН) і контролю наявності напруги (КНН) на лінії за різних видів ТАПВ рекомендовано використовувати органи, що реагують на лінійну (фазну) напругу і на напругу зворотної та нульової послідовностей. У деяких випадках, наприклад на лініях без шунтувальних реакторів, можна не використовувати напругу нульової послідовності.

3.3.15. Однофазне автоматичне повторне ввімкнення (ОАПВ) може застосовуватися тільки в мережах з великим струмом замикання на землю. ОАПВ без автоматичного переведення лінії на тривалий неповнофазний режим за стійкого пошкодження фази слід застосовувати:

а) на одиночних сильно навантажених міжсистемних або внутрішньосистемних лініях електропередачі;

б) на сильно навантажених міжсистемних лініях 220 кВ і вище з двома і більше обхідними зв'язками за умови, що вимкнення однієї з них може призвести до порушення динамічної стійкості енергосистеми;

в) на міжсистемних і внутрішньосистемних лініях різних класів напруги, якщо трифазне вимкнення лінії вищої напруги може призвести до неприпустимого перевантаження ліній нижчої напруги з можливістю порушення стійкості енергосистеми;

г) на лініях, що пов'язують з системою великі блокові електростанції без значного місцевого навантаження;

д) на лініях електропередачі, де здійснення ТАПВ пов'язане зі значним скиданням навантаження внаслідок пониження напруги.

Пристрій ОАПВ має виконуватися так, щоб у разі виведення його з роботи або зникнення живлення автоматично здійснювалося переведення дії захистів лінії на вимкнення трьох фаз, крім пристрою.

Вибір пошкоджених фаз у разі КЗ на землю має здійснюватися за допомогою вибіркового органів, які можуть бути також використані як додатковий швидкодійний захист лінії в циклі ОАПВ, за ТАПВ, ШАПВ і одностороннього увімкнення лінії оперативним персоналом.

Витримка часом ОАПВ має відрегулюватися від часу згасання дуги та деіонізації середовища в місці однофазного КЗ в неповнофазному режимі з урахуванням можливості неодноразового спрацьовування захисту по кінцях лінії, а також каскадної дії вибіркового органів.

3.3.16. На лініях за 3.3.15 ОАПВ треба застосовувати в поєднанні з різними видами ТАПВ. При цьому має бути передбачено можливість заборони ТАПВ у всіх випадках ОАПВ або тільки за неуспішного ОАПВ. Залежно від конкретних умов допускається здійснювати ТАПВ після неуспішного ОАПВ. У цих випадках передбачають дію ТАПВ спочатку на одному кінці лінії з контролем відсутності напруги на лінії та зі збільшеною витримкою часу.

3.3.17. На одиночних лініях з двостороннім живленням, що пов'язують систему з електростанцією невеликої потужності, можуть застосовуватися ТАПВ з автоматичною самосинхронізацією (АПВС) гідрогенераторів для гідроелектростанцій і ТАПВ у поєднанні з ділильними пристроями - для гідро- і теплоелектростанцій.

3.3.18. На лініях з двостороннім живленням за наявності декількох обхідних зв'язків слід застосовувати:

1) за наявності двох зв'язків, а також трьох зв'язків, якщо ймовірно одночасне тривале вимкнення двох із цих зв'язків (наприклад, двоколові лінії):

- несинхронне АПВ (в основному для ліній 110-220 кВ і за дотримання умов, зазначених у 3.3.12, але для випадку вимкнення всіх зв'язків);

- АПВ з перевіркою синхронізму (у разі неможливості виконання несинхронного АПВ з причин, зазначених у 3.3.12, але для випадку вимкнення всіх зв'язків).

Для відповідальних ліній за наявності двох зв'язків, а також за наявності трьох зв'язків, два з яких - двоколова лінія, за неможливості застосування НАПВ з причин, зазначених у 3.3.12, дозволено застосовувати пристрої ОАПВ, ШАПВ або АПВ ПР (див. 3.3.11, 3.3.13, 3.3.15). При цьому пристрої ОАПВ і ШАПВ слід доповнювати пристроєм АПВ з перевіркою синхронізму;

2) за наявності чотирьох і більше зв'язків, а також за наявності трьох

зв'язків, якщо в останньому випадку одночасне тривале вимкнення двох із цих зв'язків малоймовірне (наприклад, якщо всі лінії одноколові), - АПВ без перевірки синхронізму.

3.3.19. Пристрої АПВ з перевіркою синхронізму слід виконувати на одному кінці лінії з контролем відсутності напруги на лінії та з контролем наявності синхронізму, на другому кінці - тільки з контролем наявності синхронізму. Схеми пристрою АПВ з перевіркою синхронізму лінії мають виконуватися однаково на обох кінцях з урахуванням можливості зміни черговості увімкнення вимикачів лінії в разі АПВ.

Рекомендовано використовувати пристрій АПВ з перевіркою синхронізму для перевірки синхронізму з'єднаних систем у разі увімкнення лінії персоналом.

3.3.20. Допускається спільне застосування декількох видів трифазного АПВ на лінії, наприклад ШАПВ і ТАПВ, з перевіркою синхронізму. Допускається також використовувати різні види пристроїв АПВ на різних кінцях лінії, наприклад УТАПВ БК (див. 3.3.13) на одному кінці лінії і ТАПВ з контролем наявності напруги та синхронізму - на другому.

3.3.21. Допускається поєднувати ТАПВ з неселективними швидкодійними захистами для виправлення неселективної дії останніх. У мережах, що складаються з ряду послідовно увімкнених ліній, у разі застосування для них неселективних швидкодійних захистів для виправлення їх дії рекомендовано застосовувати почергове АПВ; можуть також застосовуватися пристрої АПВ з прискоренням захисту до АПВ або з кратністю дії (не більше трьох), що зростає в напрямку до джерела живлення.

3.3.22. У разі застосування трифазного однократного АПВ ліній, що живлять трансформатори, з боку вищої напруги яких встановлюються короткозамикачі і віддільники, для вимкнення віддільника в безструмову паузу час дії пристрою АПВ має бути відрегульованим від сумарного часу увімкнення короткозамикача і вимкнення віддільника. У разі застосування трифазного АПВ двократної дії (див. 3.3.6) час дії АПВ у першому циклі за вказаною умовою не повинен збільшуватися, якщо вимкнення віддільника передбачається в безструмову паузу другого циклу АПВ.

Для ліній, на які замість вимикачів встановлюються віддільники, вимкнення віддільників у разі неуспішного АПВ у першому циклі має проводитися в безструмову паузу другого циклу АПВ.

3.3.23. Якщо внаслідок дії АПВ можливе несинхроннеувімкнення синхронних компенсаторів або синхронних електродвигунів і якщо таке увімкнення для них неприпустиме, а також для вимкнення підживлення від цих машин місця пошкодження слід передбачати автоматичне вимкнення цих синхронних машин у разі зникнення живлення або переведення їх у асинхронний режим вимкненням АГП з подальшим автоматичним увімкненням або ресинхронізацією після відновлення напруги в результаті успішного АПВ.

Для підстанцій із синхронними компенсаторами або синхронними електродвигунами мають застосовуватися заходи, що запобігають зайвим спрацьовуванням АЧР у разі дії АПВ.

3.3.24. АПВ шин електростанцій і підстанцій за наявності спеціального захисту шин і вимикачів, що допускають АПВ, має виконуватися за одним з двох варіантів:

- 1) автоматичним випробуванням (поставлення шин під напругу вимикачем

від АПВ одного з живильних елементів);

2) автоматичною збіркою схеми; при цьому першим від пристрою АПВ вмикається один з живильних елементів (наприклад, лінія, трансформатор); за успішного увімкнення цього елемента проводиться подальше, якомога повніше автоматичне відновлення схеми до аварійного режиму шляхом увімкнення інших елементів. АПВ шин за цим варіантом рекомендовано застосовувати в першу чергу для підстанцій без постійного чергування персоналу.

Під час виконання АПВ шин мають застосовуватися заходи, що унеможливають несинхронне увімкнення (якщо воно є неприпустимим).

Має забезпечуватися достатня чутливість захисту шин на випадок неуспішного АПВ.

3.3.25. На двотрансформаторних знижувальних підстанціях за роздільної роботи трансформаторів, як правило, мають передбачатися пристрої АПВ шин середньої та нижчої напруги в поєднанні з пристроями АВР; за внутрішніх пошкоджень трансформаторів має діяти АВР, за інших пошкоджень - АПВ (див. 3.3.42).

Допускається для двотрансформаторної підстанції, у нормальному режимі якої передбачається паралельна робота трансформаторів на шинах даної напруги, установлювати додатково до пристрою АПВ пристрій АВР, призначений для режиму, коли один з трансформаторів виведено в резерв.

3.3.26. Пристрої АПВ мають бути обладнані всі одиночні знижувальні трансформатори потужністю понад 1МВ-А на підстанціях енергосистем, що мають вимикач і максимальний струмовий захист з живильного боку, якщо вимкнення трансформатора призводить до знеструмлення електроустановок споживачів.

Допускається в окремих випадках дія АПВ і в разі вимкнення трансформатора захистом від внутрішніх пошкоджень.

3.3.27. За неуспішного АПВ, що вмикається першим вимикачем елемента, приєднаного двома або більше вимикачами, АПВ решти вимикачів цього елемента, як правило, має бути забороненим.

3.3.28. За наявності на підстанції або електростанції вимикачів з електромагнітним приводом, якщо від пристрою АПВ можуть бути одночасно увімкнутими два або більше вимикачів, для забезпечення необхідного рівня напруги акумуляторної батареї в разі увімкнення та для зниження перетину кабелів кіл живлення електромагнітів увімкнення слід, як правило, виконувати АПВ так, щоб одночасне увімкнення декількох вимикачів було неможливим (наприклад, застосуванням на приєднаннях АПВ з різними витримками часу).

Допускається в окремих випадках (переважно за напруги 110 кВ і великого числа приєднань, обладнаних АПВ) одночасно вмикати від АПВ два вимикачі.

3.3.29. Дія пристроїв АПВ має фіксуватися вказівними реле, убудованими в реле покажчиками спрацьовування, лічильниками числа спрацьовувань чи іншими пристроями аналогічного призначення.

АВТОМАТИЧНЕ ВВІМКНЕННЯ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ ТА УСТАТКУВАННЯ (АВР)

3.3.30. Пристрої АВР мають передбачатися для відновлення живлення споживачів шляхом автоматичного приєднання резервного джерела живлення за вимкнення робочого джерела живлення, що призводить до знеструмлення

електроустановок споживача. Пристрої АВР треба передбачати також для автоматичного увімкнення резервного устаткування за вимкнення робочого устаткування, що призводить до порушення нормального технологічного процесу.

Пристрої АВР також рекомендовано передбачати, якщо в разі їх застосування можливе спрощення релейного захисту, зниження струмів КЗ і здешевлення апаратури за рахунок заміни кільцевих мереж радіально-секціонованими тощо.

Пристрої АВР можна встановлювати на трансформаторах, лініях, секційних і шиноз'єднувальних вимикачах, електродвигунах тощо.

3.3.31. Пристрій АВР, як правило, має забезпечувати можливість його дії в разі зникнення напруги на шинах живленого елемента, викликаного будь-якою причиною, у тому числі КЗ на цих шинах (останнє - за відсутності АПВ шин, див. також 3.3.42).

3.3.32. Пристрій АВР у разі вимкнення вимикача робочого джерела живлення має вмикати, як правило, без додаткової витримки часу, вимикач резервного джерела живлення (див. також 3.3.41). При цьому має бути забезпечено однократність дії пристрою.

3.3.33. Для забезпечення дії АВР у разі знеструмлення елемента, що живиться, у зв'язку зі зникненням напруги з боку живлення робочого джерела, а також у разі вимкнення вимикача з приймального боку (наприклад, для випадків, коли релейний захист робочого елемента діє тільки на вимкнення вимикачів з боку живлення) в схемі АВР на додаток до зазначеного в 3.3.32 має передбачатися пусковий орган напруги. Зазначений пусковий орган у разі зникнення напруги на елементі, що живиться, і за наявності напруги з боку живлення резервного джерела має діяти з витримкою часу на вимкнення вимикача робочого джерела живлення з приймального боку. Пусковий орган напруги АВР не має передбачатися, якщо робочий і резервний елементи мають одне джерело живлення.

3.3.34. Для трансформаторів і ліній малої довжини з метою прискорення дії АВР доцільно виконувати релейний захист з дією на вимкнення не тільки вимикача з боку живлення, а й вимикача з приймального боку. З цією ж метою в найбільш відповідальних випадках (наприклад, на власних потребах електростанцій) у разі вимкнення з будь-яких причин вимикача тільки з боку живлення має бути забезпеченим негайне вимкнення вимикача з приймального боку по коду блокування.

3.3.35. Мінімальний елемент напруги пускового органа АВР, що реагує на зникнення напруги робочого джерела, має бути відділеним від режиму самозапуску електродвигунів і від зниження напруги в разі віддалених КЗ. Напруга спрацьовування елемента контролю напруги на шинах резервного джерела пускового органа АВР має вибиратися по можливості виходячи з умови самозапуску електродвигунів. Час дії пускового органа АВР має бути більшим від часу вимкнення зовнішніх КЗ, за яких зниження напруги викликає спрацьовування елемента мінімальної напруги пускового органа, і, як правило, більшим від часу дії АПВ з боку живлення.

Мінімальний елемент напруги пускового органа АВР, як правило, має бути

виконаним так, щоб унеможливилася його помилкова робота в разі перегорання одного із запобіжників трансформатора напруги з боку обмотки вищої або нижчої напруги; у разі захисту обмотки нижчої напруги автоматичним вимикачем за його вимкнення дія пускового органа має блокуватися. Допускається не враховувати цю вимогу під час виконання пристроїв АВР в розподільних мережах 6-10 кВ, якщо для цього потрібне спеціальне встановлення трансформатора напруги.

3.3.36. Якщо в разі використання пуску АВР за напругою час його дії може виявитися неприпустимо великим (наприклад, за наявності у складі навантаження значної частки синхронних електродвигунів), рекомендовано застосовувати на додаток до пускового органа напруги пускові органи інших типів (наприклад, таких, що реагують на зникнення струму, зниження частоти, зміну напрямку потужності тощо).

У разі застосування пускового органа частоти останній у разі зниження частоти з боку робочого джерела живлення до заданого значення і за нормальної частоти з боку резервного живлення має діяти з витримкою часу на вимкнення вимикача робочого джерела живлення.

За технологічної необхідності може виконуватися пуск пристрою автоматичного вмикання резервного устаткування від різних спеціальних датчиків (тиску, рівня тощо).

3.3.37. Схема пристрою АВР джерел живлення власних потреб електростанцій після вмикання резервного джерела живлення замість одного з робочих джерел, що вимикаються, має зберігати можливість дії за вимкнення інших робочих джерел живлення.

3.3.38. Під час виконання пристроїв АВР слід перевіряти умови перевантаження резервного джерела живлення і самозапуску електродвигунів і, якщо має місце надмірне перевантаження або не забезпечується самозапуск, виконувати розвантаження під час дії АВР (наприклад, вимкнення невідповідальних, а в деяких випадках і частини відповідальних електродвигунів; для останніх рекомендовано застосовувати АПВ).

3.3.39. Під час виконання АВР має враховуватися неприпустимість його дії на вмикання споживачів, вимкнутих пристроями АЧР. З цією метою мають застосовуватися спеціальні заходи (наприклад, блокування за частотою); в окремих випадках за спеціального обґрунтування неможливості виконання зазначених заходів можна не передбачати АВР.

3.3.40. У разі дії пристрою АВР, коли можливе увімкнення вимикача на КЗ, як правило, має передбачатися прискорення дії захисту цього вимикача (див. також

3.3.4) . При цьому має бути вжито заходів для запобігання вимкненням резервного живлення по колу прискорення захисту за рахунок стрибків струму увімкнення.

З цією метою на вимикачах джерел резервного живлення власних потреб електростанцій прискорення захисту має передбачатися тільки в разі, якщо його витримка часу перевищує 1-1,2 с; при цьому до кола прискорення має бути введено витримку часу близько 0,5 с. Для інших електроустановок значення витримок часу приймаються виходячи з конкретних умов.

3.3.41. У випадках, якщо в результаті дії АВР можливе несинхронне вми-

кання синхронних компенсаторів або синхронних електродвигунів і якщо воно для них неприпустиме, а також для вимкання підживлення від цих машин місця пошкодження слід у разі зникнення живлення автоматично вимкати синхронні машини або переводити їх в асинхронний режим вимкненням АГП з подальшим автоматичним увімкненням або ресинхронізацією після відновлення напруги внаслідок успішного АВР.

Для запобігання увімкненню резервного джерела від АВР до вимкнення синхронних машин допускається застосовувати уповільнення АВР. Якщо останнє неприпустиме для решти навантаження, допускається за спеціального обґрунтування вимкати від пускового органа АВР лінію, що зв'язує шини робочого живлення з навантаженням, яке містить синхронні електродвигуни.

Для підстанцій із синхронними компенсаторами або синхронними електродвигунами мають застосовуватися заходи, що запобігають неправильній роботі АЧР під час дії АВР (див. 3.3.79).

3.3.42. З метою запобігання вмикаю резервного джерела живлення на КЗ за неявного резерву, запобігання його перевантаженню, полегшення самозапуску, а також відновлення найбільш простими засобами нормальної схеми електроустановки після аварійного вимкнення і дії пристрою автоматики рекомендовано застосовувати поєднання пристроїв АВР і АПВ. Пристрої АВР мають діяти в разі внутрішніх пошкоджень робочого джерела, АПВ - у разі інших пошкоджень.

Після успішної дії пристроїв АПВ або АВР має, як правило, забезпечуватися більш повне автоматичне відновлення схеми до аварійного режиму (наприклад, для підстанцій із спрощеними схемами електричних з'єднань з боку вищої напруги - вимкнення увімкненого в разі дії АВР секційного вимикача з боку нижчої напруги після успішного АПВ живильної лінії).

УВІМКНЕННЯ ГЕНЕРАТОРІВ

3.3.43. Увімкнення генераторів на паралельну роботу має проводитися одним із таких способів: точною синхронізацією (ручною, напівавтоматичною і автоматичною) і самосинхронізацією (ручною, напівавтоматичною і автоматичною).

3.3.44. Спосіб точної автоматичної або напівавтоматичної синхронізації як основний спосіб увімкнення на паралельну роботу за нормальних режимів має передбачатися для:

- турбогенераторів з непрямым охолодженням обмоток потужністю понад 3 МВт, що працюють безпосередньо на збірні шини генераторної напруги і за значень періодичної складової перехідного струму понад $3,5 I_{н(ш)}$

- турбогенераторів із безпосереднім охолодженням обмоток типів ТВВ, ТВФ, ТГВіТВМ;

- гідрогенераторів потужністю 50 МВт і більше.

У разі аварійних режимів у електричній системі увімкнення на паралельну роботу всіх генераторів незалежно від системи охолодження і потужності може проводитися способом самосинхронізації.

3.3.45. Спосіб самосинхронізації як основний спосіб увімкнення на паралельну роботу може передбачатися для:

- турбогенераторів потужністю до 3 МВт;

- турбогенераторів з непрямым охолодженням потужністю понад 3 МВт, що працюють безпосередньо на збірні шини, якщо періодична складова перехідного

струму в разі увімкнення в мережу способом самосинхронізації не перевищує z,bl^{\wedge} ,

- турбогенераторів з непрямим охолодженням, що працюють у блоці з трансформаторами;
- гідрогенераторів потужністю до 50 МВт;
- гідрогенераторів, електрично жорстко пов'язаних між собою і таких, що працюють через загальний вимикач за їх сумарної потужності до 50 МВт.

У зазначених випадках можуть не передбачатися пристрої напівавтоматичної та автоматичної точної синхронізації.

3.3.46. У разі використання способу самосинхронізації як основного способу увімкнення генераторів на паралельну роботу слід передбачати встановлення на гідрогенераторах пристроїв автоматичної самосинхронізації, на турбогенераторах - пристроїв ручної або напівавтоматичної самосинхронізації.

3.3.47. У разі використання способу точної синхронізації як основного способу увімкнення генераторів на паралельну роботу, як правило, слід передбачати встановлення пристроїв автоматичної та напівавтоматичної точної синхронізації. Для генераторів потужністю до 15 МВт допускається застосовувати ручну точну синхронізацію з блокуванням від несинхронного увімкнення.

3.3.48. Відповідно до зазначених положень усі генератори мають бути обладнаними відповідними пристроями синхронізації, розташованими на центральному пункті керування або на місцевому пункті керування - для гідроелектростанцій; на головному щиті керування або на блокових щитах керування - для теплоелектростанцій.

Незалежно від застосованого способу синхронізації всі генератори мають бути обладнаними пристроями, що дають змогу в необхідних випадках проводити ручну точну синхронізацію з блокуванням від несинхронного увімкнення.

3.3.49. У разі увімкнення в мережу способом точної синхронізації двох або більше гідрогенераторів, що працюють через один вимикач, генератори попередньо синхронізуються між собою способом самосинхронізації і з мережею - способом точної синхронізації.

3.3.50. На транзитних підстанціях основної мережі та електростанціях, де потрібна синхронізація окремих частин електричної системи, мають передбачатися пристрої для напівавтоматичної або ручної точної синхронізації.

АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗБУДЖЕННЯ, НАПРУГИ ТА РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

3.3.51. Пристрої автоматичного регулювання збудження АРЗ, напруги та реактивної потужності призначено для:

- підтримання напруги в електричній системі та в електроприймачах за заданими характеристиками за нормальної роботи електроенергетичної системи;
- розподілу реактивного навантаження між джерелами реактивної потужності відповідно до заданого закону;
- підвищення статичної та динамічної стійкості електричних систем і демпфування коливань у перехідних режимах.

3.3.52. Синхронні машини (генератори, компенсатори, електродвигуни)

мають бути обладнаними пристроями АРЗ. Автоматичні регулятори збудження мають відповідати вимогам ГОСТ на системи збудження і технічним умовам на устаткування систем збудження.

Для генераторів і синхронних компенсаторів потужністю, меншою ніж 2,5 МВт, за винятком генераторів електростанцій, що працюють ізольовано або в енергосистемі невеликої потужності, допускається застосовувати тільки пристрої релейного форсування збудження. Синхронні електродвигуни мають бути обладнаними пристроями АРЗ відповідно до 5.3.12 і 5.3.13.

3.3.53. Має бути забезпечено високу надійність живлення АРЗ та інших пристроїв системи збудження від трансформаторів напруги, а також високу надійність відповідних кіл.

У разі підключення АРЗ до трансформатора напруги, що має запобіжники з первинного боку:

- АРЗ та інші пристрої системи збудження, втрата живлення яких може призвести до перевантаження або неприпустимого зниження збудження машини, мають приєднуватися до їх вторинних виводів без запобіжників і автоматичних вимикачів;

- пристрій релейного форсування має виконуватися так, щоб унеможливити його помилкову роботу в разі перегорання одного із запобіжників з первинного боку трансформаторів напруги.

У разі підключення АРЗ до трансформатора напруги, що не має запобіжників з первинного боку:

- АРЗ та інші пристрої системи збудження мають приєднуватися до їх вторинних виводів через автоматичними вимикачі;

- мають бути передбачені заходи щодо використання допоміжних контактів автоматичного вимикача, які вимикають перевантаження або неприпустиме зниження збудження машини в разі вимкнення автоматичного вимикача.

До трансформаторів напруги, до яких підключаються АРЗ та інші пристрої системи збудження, як правило, не мають приєднуватися інші пристрої та прилади. В окремих випадках допускається приєднувати ці пристрої і прилади через окремі автоматичні вимикачі або запобіжники.

3.3.54. Пристрої АРЗ гідрогенераторів треба виконувати так, щоб у разі скидання навантаження за справного регулятора швидкості унеможлиблювалося спрацьовування захисту від підвищення напруги. За необхідності пристрій АРЗ може бути доповненим релейним пристроєм швидкодійного роззбудження.

3.3.55. Схема пристрою релейного форсування збудження має передбачати можливість переведення його дії на резервний збудник у разі заміни ним основного збудника.

3.3.56. Пристрої компаундування збудження треба приєднувати до трансформаторів струму з боку виводу генератора або синхронного компенсатора (з боку шин).

3.3.57. Для синхронних генераторів і компенсаторів з безпосереднім охолодженням, генераторів потужністю 15 МВт і більше і компенсаторів потужністю 15 Мвар і більше, електростанцій та підстанцій без постійного чергування персоналу в приміщенні щита керування має бути передбаченим автоматичне обмеження

перевантаження з витримкою часу, залежною від кратності перевантаження.

До освоєння серійного випуску пристроїв автоматичного обмеження перевантаження із залежною витримкою часу для машин потужністю до 200 МВт (Мвар) допускається встановлювати пристрої обмеження з незалежною за часом характеристикою.

Пристрій автоматичного обмеження перевантаження не має перешкоджати форсуванню збудження протягом часу, який допускається для відповідного виконання машини.

3.3.58. Для генераторів потужністю 100 МВт і більше та для компенсаторів потужністю 100 Мвар і більше слід встановлювати швидкодійні системи збудження з АРЗ сильної дії.

В окремих випадках, що визначаються умовами роботи електростанції в енергосистемі, допускається встановлювати АРЗ іншого типу, а також системи збудження, що діють повільно.

3.3.59. Система збудження і пристрої АРЗ мають забезпечувати стійке регулювання в межах від найменшого допустимого до найбільшого допустимого значення струму збудження. Для синхронних компенсаторів з нереверсивною системою збудження регулювання треба забезпечувати починаючи від значення струму ротора, що практично дорівнює нулю, а для компенсаторів з реверсивною системою збудження - від найбільшого допустимого значення негативного струму збудження.

Для машин, що працюють у блоці з трансформаторами, слід передбачати можливість струмової компенсації втрати напруги в трансформаторі.

3.3.60. Генератори потужністю 2,5 МВт і більше гідро- і теплових електростанцій з числом агрегатів чотири і більше треба оснащувати загальностанційними АСУ технологічними процесами або (за їх відсутності) системами групового керування збудженням. Ці системи на генераторах теплових електростанцій рекомендовано виконувати залежно від схеми, режиму і потужності електростанції.

3.3.61. Трансформатори з РПН розподільчих підстанцій та власних потреб електростанцій, а також лінійні регулятори розподільчих підстанцій для підтримання або заданої зміни напруги треба оснащувати системою автоматичного регулювання коефіцієнта трансформації. У разі необхідності автоматичні регулятори мають забезпечувати зустрічне регулювання напруги.

Підстанції, на яких передбачається паралельна робота трансформаторів (автотрансформаторів) з автоматичним регулюванням коефіцієнта трансформації, треба оснащувати загальнопідстанційною АСУ технологічними процесами або системою групового регулювання, що унеможливує появу неприпустимих зрівняльних струмів між трансформаторами.

3.3.62. Конденсаторні установки треба обладнувати пристроями автоматичного регулювання відповідно до гл. 5.6.

АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЧАСТОТИ ТА АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ (АРЧП)

3.3.63. Системи автоматичного регулювання частоти і активної потужності (АРЧП) призначені для:

- підтримання частоти в енергооб'єднаннях та ізольованих енергосистемах у нормальних режимах згідно з вимогами ГОСТ на якість електричної енергії;
- регулювання обмінних потужностей енергооб'єднань і обмеження перетікань потужності по контрольованих зовнішніх і внутрішніх зв'язках енергооб'єднань і енергосистем;
- розподілу потужності (у тому числі економічної) між об'єктами керування на всіх рівнях диспетчерського управління (між об'єднаними енергосистемами, енергосистемами в ОЕС, електростанціями в енергосистемах і агрегатами або енергоблоками в межах електростанцій).

3.3.64. Системи АРЧМ мають забезпечувати (за наявності необхідного регулювального діапазону) на керованих електростанціях підтримання середнього відхилення частоти від заданого значення в межах $\pm 0,1$ Гц у десятихвилинних інтервалах і обмеження перетікання потужності за контрольованими зв'язками з заглишенням, не меншим ніж на 70% амплітуд коливань перетікання потужності з періодом 2 хв і більше.

3.3.65. До системи АРЧП мають входити:

- пристрої автоматичного регулювання частоти, обмінної потужності та обмеження перетікань на диспетчерських пунктах та ОБС;
- пристрої розподілу керівних дій від вищих систем АРЧП між керованими електростанціями і пристрої обмеження перетікань контрольованими внутрішніми зв'язками на диспетчерських пунктах енергосистем;
- пристрої керування активною потужністю на електростанціях, що залучаються до участі в автоматичному керуванні потужністю;
- датчики перетікань активної потужності та засоби телемеханіки.

3.3.66. Пристрої АРЧП на диспетчерських пунктах мають забезпечувати виявлення відхилень фактичного режиму роботи від заданого, формування і передавання керівних дій для диспетчерських пунктів нижнього рівня керування і для електростанцій, що залучаються до автоматичного керування потужністю.

3.3.67. Пристрої автоматичного керування потужністю електростанцій мають забезпечувати:

- приймання і перетворення керуючих дій, що надходять з диспетчерських пунктів вищого рівня керування, і формування керівних дій на рівні управління електростанцій;
- формування керівних дій на окремі агрегати (енергоблоки);
- підтримання потужності агрегатів (енергоблоків) відповідно до отриманих керівних дій.

3.3.68. Керування потужністю електростанції треба здійснювати зі статизмом за частотою, змінним у межах від 3 до 6%.

3.3.69. На гідроелектростанціях системи керування потужністю повинні мати автоматичні пристрої, що забезпечують пуск і зупин агрегатів, а за необхідності також переведення агрегатів у режими синхронного компенсатора і генераторний залежно від умов і режиму роботи електростанцій та енергосистеми з урахуванням наявних обмежень у роботі агрегатів.

Гідроелектростанції, потужність яких визначається режимом водотоку, рекомендовано обладнувати автоматичними регуляторами потужності за водотоком.

3.3.70. Пристрої АРЧП мають допускати оперативну зміну параметрів настройки в разі зміни режимів роботи об'єкта керування, оснащуватися елементами сигналізації, блокуваннями і захистами, що запобігають неправильним їх діям під час порушення нормальних режимів роботи об'єктів керування, у разі несправностей у самих пристроях, а також таких, що унеможливають ті дії, які можуть перешкодити функціонуванню пристроїв протиаварійної автоматики.

На теплових електростанціях пристрої АРЧП мають бути обладнаними елементами, що запобігають тим змінам технологічних параметрів понад допустимі межі, які викликані дією цих пристроїв на агрегати (енергоблоки).

3.3.71. Засоби телемеханіки мають забезпечувати введення інформації про перегікання по контрольованих внутрішньосистемних і міжсистемних зв'язках, передавання керівних дій і сигналів від пристроїв АРЧП на об'єкти керування, а також передавання необхідної інформації на вищий рівень керування.

Сумарне запізнення сигналів у засобах телемеханіки і пристроях АРЧП не має перевищувати 5 с.

АВТОМАТИЧНЕ ЗАПОБІГАННЯ ПОРУШЕННЯМ СТІЙКОСТІ

3.3.72. Пристрої автоматичного запобігання порушенням стійкості енергосистем треба передбачати залежно від конкретних умов там, де це технічно і економічно доцільно, - для збереження динамічної стійкості та забезпечення нормативного запасу статичної стійкості в післяаварійних режимах.

Пристрої автоматичного запобігання порушенню стійкості можна передбачати для дії у випадках:

а) вимкнення лінії без пошкодження, а також у разі пошкоджень унаслідок однофазних КЗ під час роботи основного захисту і ОАПВ у можливих режимах підвищеного завантаження електропередач і в ремонтних схемах мережі; допускається застосовувати пристрої автоматики за цих пошкоджень і в нормальних схемах і режимах енергосистеми, якщо порушення стійкості внаслідок відмови автоматики не може призвести до втрати значної частини навантаження енергосистеми (наприклад, за рахунок дії АЧР);

б) вимкнення ліній унаслідок багатозначних КЗ під час роботи основного захисту в нормальній та ремонтній схемах мережі; можна не враховувати режими підвищеного завантаження електропередач, що трапляються найрідше;

в) відмов вимикача з дією ПРВВ у разі КЗ у нормальному режимі роботи енергосистеми і в нормальній схемі роботи мережі;

г) повного поділу енергосистеми на частини, що працюють несинхронно в нормальному режимі;

д) значного аварійного дефіциту або надлишку потужності в одній із з'єднаних частин енергооб'єднання;

е) роботи пристроїв ШАПВ або АПВ у нормальних схемі та режимі.

3.3.73. Пристрої автоматичного запобігання порушенням стійкості можуть впливати на:

а) вимкнення частини генераторів гідроелектростанцій та як виняток - генераторів або блоків теплових електростанцій;

б) швидке зниження або збільшення навантаження паровими турбінами в межах можливостей теплосилового устаткування (без подальшого автоматичного відновлення колишнього навантаження);

в) вимкнення (у виняткових випадках) частини навантаження споживачів, що легко переносять короткочасну перерву електропостачання (спеціальне автоматичне вимкнення навантаження);

г) поділ енергосистем (якщо згаданих вище заходів недостатньо);

д) короткочасне швидке зниження навантаження парових турбін (з подальшим автоматичним відновленням колишнього навантаження).

Пристрої автоматичного запобігання порушенням стійкості можуть змінювати режим роботи пристроїв подовжньої та поперечної ємнісної компенсації й іншого устаткування електропередачі, наприклад шунтувальних реакторів, автоматичних регуляторів збудження генераторів тощо. Зниження активної потужності електростанцій у разі пошкоджень за 3.3.72, пп. а) та б) бажано обмежувати тим обсягом і в основному тими випадками, коли це не призводить до дії АЧР в енергосистемі або до інших несприятливих наслідків.

3.3.74. Інтенсивність керуючих дій, що подаються пристроями автоматичного запобігання порушенням стійкості (наприклад, потужність генераторів, що вимикаються, або глибина розвантаження турбін), має визначатися інтенсивністю збуреної дії (наприклад, скидання активної потужності, що передається, у разі виникнення КЗ і тривалість останнього) або перехідного процесу, що фіксується автоматично, а також тяжкістю початкового режиму, що фіксується також автоматично або, у виняткових випадках, персоналом.

АВТОМАТИЧНЕ ПРИПИНЕННЯ АСИНХРОННОГО РЕЖИМУ

3.3.75. Для припинення асинхронного режиму (АР) у разі його виникнення мають в основному застосовуватися пристрої автоматики, що відрізняють асинхронний режим від синхронних коливань, КЗ або інших ненормальних режимів роботи.

По можливості зазначені пристрої слід виконувати так, щоб вони перш за все сприяли здійсненню заходів, спрямованих на полегшення умов ресинхронізації, наприклад:

- швидкому набору навантаження турбінами або частковому вимкненню споживачів (у тій частині енергосистеми, в якій виник дефіцит потужності);
- зменшенню генеруючої потужності шляхом дії на регулятори швидкості турбін або вимкнення частини генераторів (у тій частині енергосистеми, в якій виник надлишок потужності).

Автоматичний поділ енергосистеми в заданих точках застосовується після виникнення АР, якщо вказані заходи не призводять до ресинхронізації після проходження заданого числа циклів коливань, або за тривалості асинхронного ходу, більшої від заданої межі.

У випадках неприпустимості асинхронного режиму, небезпеки або малої ефективності ресинхронізації для припинення АР необхідно використовувати поділ з найменшим часом, за якого забезпечується стійкість за іншими зв'язками і селективна дія автоматики.

АВТОМАТИЧНЕ ОБМЕЖЕННЯ ЗНИЖЕННЯ ЧАСТОТИ

3.3.76. Автоматичне обмеження зниження частоти має виконуватися з таким розрахунком, щоб за будь-якого можливого дефіциту потужності в енергооб'єднанні, енергосистемі, енерговузлі можливість зниження частоти,

нижчої від рівня 45 Гц, було унеможливленим, час роботи з частотою, нижчою 47 Гц, не перевищував 20 с, а з частотою, нижчою 48,5 Гц, - 60 с.

3.3.77. Система автоматичного обмеження зниження частоти здійснює:

- автоматичне частотне введення резерву;
- автоматичне частотне розвантаження (АЧР);
- додаткове розвантаження;
- увімкнення живлення вимкнених споживачів за відновлення частоти (ЧАПВ);
- виділення електростанцій або генераторів із збалансованим навантаженням, виділення генераторів на живлення власних потреб електростанцій.

3.3.78. Автоматичне введення резерву в разі зниження частоти має використовуватися в першу чергу, щоб по можливості зменшити обсяг відключення або тривалість перерви живлення споживачів, і передбачає:

- мобілізацію увімкненого резерву на теплових електростанціях;
- автоматичний пуск гідроагрегатів, що знаходяться в резерві;
- автоматичний перехід у активний режим гідрогенераторів, що працюють у режимі синхронних компенсаторів;
- автоматичний пуск газотурбінних установок.

3.3.79. Автоматичне частотне розвантаження передбачає вимкнення споживачів невеликими частинами в міру зниження частоти (АЧРІ) або в міру збільшення тривалості існування зниженої частоти (АЧРІІ).

Пристрої АЧР треба встановлювати, як правило, на підстанціях енергосистеми. Допускається їх встановлювати безпосередньо у споживачів під контролем енергосистеми.

Обсяги вимкнення навантаження встановлюють виходячи із забезпечення ефективності за будь-яких можливих дефіцитів потужності; черговість вимкнення вибирають так, щоб зменшити збитки від перерви електропостачання, зокрема, треба застосовувати більшу кількість пристроїв і черг АЧР, відповідальніші споживачі треба підключати до більш далеких за ймовірністю спрацьовування черг.

Дію АЧР треба узгоджувати з роботою пристроїв АПВ і АВР. Неприпустимим є зменшення обсягу АЧР за рахунок дії пристроїв АВР або персоналу.

3.3.80. Пристрої додаткового розвантаження треба застосовувати в тих енергосистемах або частинах енергосистеми, де можливі особливо великі місцеві дефіцити потужності, за яких дія пристроїв АЧРІ виявляється недостатньо ефективною за значенням і швидкістю розвантаження.

Необхідність виконання додаткового розвантаження, його обсяг, а також чинники, за якими здійснюється її спрацьовування (вимкнення живильних елементів, скидання активної потужності тощо), визначаються енергосистемою.

3.3.81. Пристрої ЧАПВ використовуються для зменшення перерви живлення вимкнених споживачів в умовах відновлення частоти внаслідок реалізації резервів генеруючої потужності, ресинхронізації або синхронізації за електропередачею, що вимкнулася.

Під час розміщення пристроїв і розподілу навантаження за чергами ЧАПВ слід враховувати ступінь відповідальності споживачів, ймовірність їх вимкнення дією АЧР, складність і тривалість неавтоматичного відновлення електроживлення (виходячи з прийнятого порядку обслуговування об'єктів). Як правило, черговість увімкнення навантаження від ЧАПВ має бути зворотною порівняно з прийнятою для АЧР.

3.3.82. Виділення електростанцій або генераторів зі збалансованим навантаженням, виділення генераторів на живлення власних потреб застосовують:

- для збереження в роботі власних потреб електростанцій;
- для запобігання повному погашенню електростанцій за відмови або недостатньої ефективності пристроїв обмеження зниження частоти за 3.3.79 і 3.3.81;
- для забезпечення живлення особливо відповідальних споживачів;
- замість додаткового розвантаження, якщо це технічно і економічно доцільно.

3.3.83. Необхідність застосування додаткового розвантаження, обсяги навантаження, що вимикається (у разі дії АЧР) і вмикається (у разі дії ЧАПВ), уставки за часом, частотою та іншими контрольованими параметрами для пристроїв обмеження зниження частоти визначають у процесі експлуатації енергосистем відповідно до ПТЕ та інших директивних матеріалів.

АВТОМАТИЧНЕ ОБМЕЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ ЧАСТОТИ

3.3.84. З метою запобігання неприпустимому підвищенню частоти на теплових станціях, які можуть виявитися такими, що працюють паралельно з гідроелектростанціями значно більшої потужності в умовах скидання навантаження, мають застосовуватися пристрої автоматики, що діють у разі підвищення частоти вище 52-53 Гц. Ці пристрої мають у першу чергу діяти на вимкнення частини генераторів ГЕС. Можливе застосування пристроїв, що діють на відокремлення ГЕС з навантаженням, що по можливості відповідає їх потужності, від ГЕС.

Крім того, у вузлах енергосистеми, що містять тільки ГЕС, треба передбачити пристрої, що обмежують аварійне підвищення частоти значенням 60 Гц за рахунок вимкнення частини генераторів для забезпечення нормальної роботи рухового навантаження, а у вузлах, що містять тільки ГЕС, - пристрої, що обмежують тривале підвищення частоти значенням, за якого навантаження енергоблоків не виходить за межі їх регульовального діапазону.

АВТОМАТИЧНЕ ОБМЕЖЕННЯ ЗНИЖЕННЯ НАПРУГИ

3.3.85. Пристрої автоматичного обмеження зниження напруги треба передбачити з метою унеможливлення порушення стійкості навантаження і виникнення лавини напруги в післяаварійних умовах роботи енергосистеми.

Зазначені пристрої можуть контролювати крім значення напруги інші параметри, включаючи похідну напруги, і впливати на форсування збудження синхронних машин, форсування пристроїв компенсації, вимкнення реакторів і, як виняток, за недостатності заходів у мережах і наявності обґрунтування - на вимкнення спонсивачів.

АВТОМАТИЧНЕ ОБМЕЖЕННЯ ПІДВИЩЕННЯ НАПРУГИ

3.3.86.3 метою обмеження тривалості дії підвищеної напруги на високовольтне устаткування ліній електропередавання, електростанцій і підстанцій, викликаній одностороннім вимкненням фаз ліній, мають застосовуватися пристрої автоматики, що діють у разі підвищення напруги вище 110-130% від номінального, за необхідності з контролем значення і напрямку реактивної потужності по лініях електропередавання.

Ці пристрої мають діяти з витримкою часу, що враховує допустиму тривалість перенапружень і є відрегульованою від тривалості комутаційних і атмосферних перенапружень і коливань, у першу чергу на вмикання шунтувальних реакторів (якщо такі є на електростанції або підстанції, де зафіксоване підвищення напруги). Якщо на електростанції або підстанції відсутні шунтувальні реактори, що мають вимикачі, або вмикання реакторів не призводить до необхідного зниження напруги, пристрої мають діяти на вимкнення лінії, що викликала підвищення напруги.

АВТОМАТИЧНЕ ЗАПОБІГАННЯ ПЕРЕВАНТАЖЕННЮ УСТАТКУВАННЯ

3.3.87. Пристрої автоматичного запобігання перевантаженню устаткування призначено для обмеження тривалості такого струму в лініях, трансформаторах, пристроях подовжньої компенсації, який перевищує найбільший тривало допустимий і допускається менше 10-20 хв.

Згадані пристрої мають впливати на розвантаження електростанцій, можуть впливати на вимкнення споживачів і поділ системи, а як останній ступінь - на вимкнення устаткування, що перевантажується. При цьому має бути вжито заходів щодо запобігання порушенням стійкості та іншим несприятливим наслідкам.

ТЕЛЕМЕХАНІКА

3.3.88. Засоби телемеханіки (телекерування, телесигналізація, телевимірювання і телерегулювання) мають застосовуватися для диспетчерського управління територіально розосередженими електроустановками, пов'язаними загальним режимом роботи, та їх контролю. Обов'язковою умовою застосування засобів телемеханіки є наявність техніко-економічної доцільності (підвищення ефективності диспетчерського управління, тобто поліпшення ведення режимів і виробничих процесів, прискорення ліквідації порушень і аварій, підвищення економічності та надійності роботи електроустановок, поліпшення якості енергії, що виробляється, зниження кількості експлуатаційного персоналу і відмова від постійного чергування персоналу, зменшення площ виробничих приміщень тощо).

Засоби телемеханіки можуть застосовуватися також для телепередавання сигналів систем АРЧП, протиаварійної автоматики та інших системних пристроїв регулювання і керування.

3.3.89. Обсяги телемеханізації електроустановок мають визначатися галузевими або відомчими положеннями і встановлюватися разом з обсягами автоматизації. При цьому засоби телемеханізації в першу чергу мають використовуватися для збору інформації про режими роботи, стан основного комутаційного устаткування, зміни в разі виникнення аварійних режимів або станів, а також для контролю за виконанням розпоряджень з провадження перемикань (планових,

ремонтних, оперативних) або ведення режимів експлуатаційним персоналом.

Під час визначення обсягів телемеханізації електроустановок без постійного чергування персоналу в першу чергу має бути розглянуто можливість застосування простої телесигналізації (аварійно-попереджувальна телесигналізація на два або більше сигналів).

3.3.90. Телекерування має передбачатися в обсязі, необхідному для централизованого розв'язання завдань щодо встановлення надійних і економічно вигідних режимів роботи електроустановок, які працюють у складних мережах, якщо ці завдання не може бути розв'язано засобами автоматики.

Телекерування має застосовуватися на об'єктах без постійного чергування персоналу, допускається його застосовувати на об'єктах з постійним чергуванням персоналу за умови частого і ефективного використання.

Для телекерування електроустановок операції телекерування, так само, як і дія пристроїв захисту і автоматики, не мають вимагати додаткових оперативних перемикань на місці (з виїздом або викликом оперативного персоналу).

За приблизно рівноцінних витрат і техніко-економічних показників перевага має віддаватися автоматизації перед телекеруванням.

3.3.91. Телесигналізацію слід передбачати:

- для відображення на диспетчерських пунктах положення і стану основного комутаційного устаткування тих електроустановок, що перебувають у безпосередньому оперативному керуванні або віданні диспетчерських пунктів, які мають істотне значення для режиму роботи системи енергопостачання;

- для введення інформації в обчислювальні машини або пристрої оброблення інформації;

- для передавання аварійних і попереджувальних сигналів.

Телесигналізацію з електроустановок, які перебувають в оперативному керуванні декількох диспетчерських пунктів, як правило, треба передавати на диспетчерський пункт вищого рівня шляхом ретрансляції або відбору з диспетчерського пункту нижчого рівня. Систему передавання інформації, як правило, треба виконувати не більше ніж з одним ступенем ретрансляції.

Для телесигналізації стану або положення устаткування електроустановок, як правило, слід використовувати як датчик один допоміжний контакт або контакт реле-повторювача.

3.3.92. Телевимірювання має забезпечувати передавання основних електричних або технологічних параметрів (що характеризують режими роботи окремих електроустановок), необхідних для встановлення і контролю оптимальних режимів роботи всієї системи енергопостачання в цілому, а також для запобігання можливим аварійним процесам чи їх ліквідації.

Телевимірювання найбільш важливих параметрів, а також параметрів, необхідних для подальшої ретрансляції, підсумовування або реєстрації, мають виконувати, як правило, безперервно.

Систему передавання телевимірювань на диспетчерські пункти вищого рівня, як правило, треба виконувати не більш ніж з одним ступенем ретрансляції.

Телевимірювання параметрів, що не потребують постійного контролю, мають здійснюватися періодично або за викликом.

Під час виконання телевимірювань має враховуватися необхідність місцевого відліку параметрів на контрольованих пунктах. Вимірювальні

перетворювачі (датчики телевимірювань), що забезпечують місцевий відлік свідчень, як правило, мають установлюватися замість щитових приладів, якщо при цьому зберігається клас точності вимірювань (див. також гл. 1.6).

3.3.93. Обсяги телемеханізації електроустановок, вимоги до пристроїв телемеханіки і каналів зв'язку (тракт телепередавання) під час використання засобів телемеханіки для цілей телерегулювання визначають у частині точності, надійності та запізнювання інформації проектом автоматичного регулювання частоти і потоків потужності в об'єднаних енергосистемах. Телевимірювання параметрів, необхідних для системи автоматичного регулювання частоти і потоків потужності, треба виконувати безперервно.

Тракт телепередавання, що використовується для вимірювання потоків потужності, а також для передачі сигналів телерегулювання на основні або групу регулюючих електростанцій, як правило, повинен мати дубльований канал телемеханіки, що складається з двох незалежних каналів.

У пристроях телемеханіки треба передбачати захисти, що впливають на систему автоматичного регулювання за різних пошкоджень у пристроях або каналах телемеханіки.

3.3.94. У кожному окремому випадку треба розглядати доцільність спільного розв'язання питань телемеханізації (особливо під час виконання каналів телемеханіки та диспетчерських пунктів) у системах електро-, газо-, водо-, тепло- і повітропостачання і вуличного освітлення, контролю та керування виробничими процесами.

3.3.95. Для великих підстанцій і електричних станцій з великою кількістю генераторів і за значних відстаней від машинного залу, підвищувальної підстанції та інших споруд електростанції до центрального пункту керування, якщо це технічно доцільно, необхідно передбачати засоби внутрішньооб'єктної телемеханізації. Обсяги засобів внутрішньооб'єктної телемеханізації треба вибирати відповідно до вимог технологічного керування електростанцій, а також із техніко-економічними показниками за конкретного проектування.

3.3.96. У разі спільного застосування різних систем телемеханіки на одному диспетчерському пункті операції, проваджувані диспетчером, мають бути, як правило, однаковими.

3.3.97. Під час застосування пристроїв телемеханіки має передбачатися можливість вимкнення на місці:

- одночасно всіх кіл телекерування і телесигналізації за допомогою пристроїв, що створюють, як правило, видимий розрив кола;
- кіл телекерування і телесигналізації кожного об'єкта за допомогою спеціальних затискачів, випробувальних блоків та інших пристроїв, що створюють видимий розрив кола.

3.3.98. Зовнішні зв'язки пристроїв телемеханіки треба виконувати відповідно до вимог гл. 3.4.

3.3.99. Прилади-перетворювачі (датчики телевимірювань) електровимірювань будучи стаціонарними приладами електровимірювань треба установлювати відповідно до гл. 1.6.

3.3.100. Як канали телемеханіки можна використовувати вживані для інших цілей або самостійні провідні (кабельні та повітряні, ущільнені і неущільнені) канали, високочастотні канали по ПЛ і розподільній мережі, радіо і радіорелейні канали зв'язку.

Вибір способу організації каналів телемеханіки, використання існуючих або організація самостійних каналів, необхідність резервування треба визначитися техніко-економічною доцільністю і необхідною надійністю.

3.3.101. Для раціонального використання апаратури телемеханіки і каналів зв'язку під час забезпечення необхідної надійності та достовірності передавання інформації допускається:

1. Телевимірювання потужності декількох паралельних ліній електропередавання однієї напруги виконувати як одне телевимірювання сумарної потужності.

2. Для телевимірювання за викликом на контрольованому пункті застосовувати загальні пристрої для однорідних вимірювань, а на диспетчерських пунктах - загальні прилади для вимірювань, що надходять з різних контрольованих пунктів; при цьому має бути унеможливленим одночасне передавання або приймання вимірювань.

3. Для скорочення обсягу телевимірювань розглядати можливість заміни їх телесигналізацією граничних значень контрольованих параметрів або пристроями сигналізації та реєстрації відхилень параметрів від установленої норми.

4. Для одночасного передавання безперервних телевимірювань і телесигналізації використовувати комплексні пристрої телемеханіки.

5. Робота одного передавального пристрою телемеханіки на декілька диспетчерських пунктів, а також одного пристрою телемеханіки диспетчерського пункту на декілька контрольованих пунктів, зокрема для збору інформації в міських і сільських розподільних мережах.

6. Ретрансляція на диспетчерський пункт підприємства електромереж з диспетчерських пунктів ділянок електрифікованих залізниць телесигналізації та телевимірювань з тягових підстанцій.

3.3.102. Живлення пристроїв телемеханіки (як основне, так і резервне) на диспетчерських і контрольованих пунктах треба здійснювати разом із живленням апаратури каналів зв'язку і телемеханіки.

Резервне живлення пристроїв телемеханіки на контрольованих пунктах з оперативним змінним струмом треба передбачати за наявності джерел резервування (інші секції систем шин, резервні уводи, акумуляторні батареї пристроїв каналів зв'язку, трансформатори напруги на уводах, відбір від конденсаторів зв'язку тощо).

Якщо резервні джерела живлення для будь-яких інших цілей не передбачаються, то резервування живлення пристроїв телемеханіки, як правило, не має передбачатися. Резервне живлення пристроїв телемеханіки на контрольованих пунктах, що мають акумуляторні батареї оперативного струму, має здійснюватися через перетворювачі. Резервне живлення пристроїв телемеханіки, установлених на диспетчерських пунктах об'єднаних енергосистем і підприємств електромереж, має здійснюватися від незалежних джерел (акумуляторної батареї з перетворювачами постійного струму в змінний, двигуна-генератора внутрішнього згорання) спільно з пристроями каналів зв'язку і телемеханіки.

Перехід на роботу від джерел резервного живлення в разі порушення електропостачання основних джерел має бути автоматизованим. Необхідність резервування живлення на диспетчерських пунктах промислових підприємств має визначатися залежно від вимог щодо забезпечення надійності енергопостачання.

3.3.103. Уся апаратура і панелі телемеханіки повинні мати маркування і встановлюватися в місцях, зручних для експлуатації.

ГЛАВА 3.4 ВТОРИННІ КОЛА

3.4.1. Ця глава Правил поширюється на вторинні кола (кола керування, сигналізації, контролю, автоматики та релейного захисту) електроустановок.

3.4.2. Робоча напруга вторинних кіл приєднання, яке не має зв'язку з іншими приєднаннями та апаратуру якого розташовано окремо від апаратури інших приєднань, має бути не вищою ніж 1 кВ. У решті всіх випадків робоча напруга вторинних кіл має бути не вищою 500 В.

Виконання приєднаних апаратів має відповідати умовам навколишнього середовища і вимогам безпеки.

3.4.3. На електростанціях і підстанціях для вторинних кіл слід застосовувати контрольні кабелі з алюмінієвими жилами з напівтвердого алюмінію. Контрольні кабелі з мідними жилами слід застосовувати тільки у вторинних колах:

1) електростанцій з генераторами потужністю понад 100 МВт; при цьому на електростанціях для вторинної комутації та освітлення об'єктів хімводоочищення, очисних, інженерно-побутових і допоміжних споруд, механічних майстерень і пускових котелень слід застосовувати контрольні кабелі з алюмінієвими жилами;

2) РУ і підстанцій з вищою напругою 330 кВ і вище, а також РУ і підстанцій, що вмикаються до міжсистемних транзитних ліній електропередавання;

3) диференціальних захистів шин і пристроїв резервування відмови вимикачів 110-220 кВ, а також засобів системної противарійної автоматики;

4) технологічних захистів теплових електростанцій;

5) з робочою напругою, не вищою 60 В, за діаметра жил кабелів і проводів до 1 мм (див. також 3.4.4);

6) таких, що розміщуються у вибухонебезпечних зонах класів В-I і В-Ia

електростанцій та підстанцій.

На промислових підприємствах для вторинних кіл слід застосовувати контрольні кабелі з алюмомідними або алюмінієвими жилами з напівтвердого алюмінію. Контрольні кабелі з мідними жилами слід застосовувати тільки у вторинних колах, що розміщуються у вибухонебезпечних зонах класів В-I і В-Ia, у вторинних колах механізмів доменних і конвертерних цехів, головної лінії обтискних і безперервних високопродуктивних прокатних станів, електроприймачів особливої групи I категорії, а також у вторинних колах з робочою напругою, не вищою ніж 60 В, за діаметра жил кабелів і проводів до 1 мм (див. також 3.4.4).

3.4.4. За умовою механічної міцності:

1) жили контрольних кабелів для приєднання під гвинт до затискачів панелей і апаратів повинні мати перерізи не меншими $1,5 \text{ мм}^2$ (а в разі застосування спеціальних затискачів - не меншими 1 мм^2) для міді і $2,5 \text{ мм}^2$ для алюмінію; для струмових кіл - $2,5 \text{ мм}^2$ для міді і 4 мм^2 для алюмінію; для невідповідальних вторинних кіл, для кіл контролю і сигналізації допускається приєднання під гвинт кабелів з мідними жилами перерізом 1 мм^2 ;

2) у колах з робочою напругою 100 В і вище переріз мідних жил кабелів, що приєднуються паянням, має бути не меншим ніж $0,5 \text{ мм}^2$;

3) у колах з робочою напругою 60 В і нижче діаметр мідних жил кабелів, що приєднуються паянням, має бути не меншим 0,5 мм. У пристроях зв'язку, телемеханіки і подібних до них лінійні кола слід приєднувати до затискачів під гвинт.

Приєднання однодротових жил (під гвинт або паянням) допускається здійснювати тільки до нерухомих елементів апаратури. Приєднання жил до рухомих або виймальних елементів апаратури (втичних з'єднувачів, виймальних блоків тощо), а також до панелей і апаратів, що піддаються вібрації, слід виконувати гнучкими (багатодротовими) жилами.

3.4.5. Переріз жил кабелів і проводів має задовольняти вимогам їх захисту від КЗ без витримки часу, допустимих тривалих струмів згідно з гл. 1.3, термічній стійкості (для кіл, що йдуть від трансформаторів струму), а також забезпечувати роботу апаратів у заданому класі точності. При цьому мають бути дотримані такі умови:

1. Трансформатори струму спільно з електричними колами мають працювати в класі точності:

- для розрахункових лічильників - за гл. 1.5;

- для вимірювальних перетворювачів потужності, що використовуються для введення інформації в обчислювальні пристрої, - за гл. 1.5, як для лічильників технічного обліку;

- для щитових приладів і вимірювальних перетворювачів струму та потужності, що використовуються для всіх видів вимірювань, - не нижчому за клас точності 3;

- для захисту, як правило, - в межах 10% -ї похибки (див. також гл. 3.2).

2. Для кіл напруги втрати напруги від трансформатора напруги за умови увімкнення всіх захистів і приладів мають становити:

- до розрахункових лічильників і вимірювальних перетворювачів потужності, що використовуються для введення інформації в обчислювальні

пристрої, - не більше 0,5%;

- до розрахункових лічильників міжсистемних ліній електропередавання - не більше 0,25%;

- до лічильників технічного обліку - не більше ніж 1,5%;

- до щитових приладів і датчиків потужності, що використовуються для всіх видів вимірювань, - не більше 1,5%;

- до панелей захисту і автоматики - не більше 3% (див. також гл. 3.2.).

У разі спільного живлення вказаних навантажень за загальними жилами їх переріз має бути вибраним за мінімальної з допустимих норм втрати напруги.

3. Для кіл оперативного струму втрати напруги від джерела живлення мають становити:

- до панелі пристрою або до електромагнітів керування, що не мають форсування, - не більше 10% за найбільшого струму навантаження;

- до електромагнітів керування, що мають трикратне і велике форсування, - не більше 25% за форсувального значення струму.

4. Для кіл напруги пристроїв АРВ втрата напруги від трансформатора напруги до вимірювального органу має становити не більше 1%.

3.4.6. Водному контрольному кабелі допускається об'єднання кіл керування, вимірювання, захисту і сигналізації постійного та змінного струму, а також силових кіл, що живлять електроприймачі невеликої потужності (наприклад, електродвигуни засувки).

Для уникнення збільшення індуктивного опору жил кабелів розведення вторинних кіл трансформаторів струму і напруги необхідно виконувати так, щоб сума струмів цих кіл у кожному кабелі дорівнювала нулю в будь-яких режимах.

Допускається застосовувати загальні кабелі для кіл різних приєднань, за винятком взаємних резервованих.

3.4.7. Кабелі, як правило, слід приєднувати до збірок затискачів. Приєднувати дві мідні жили кабелю під один гвинт не рекомендовано, а приєднувати дві алюмінієві жили не допускається.

До виводів вимірювальних трансформаторів або окремих апаратів кабелі допускається приєднувати безпосередньо.

Виконання затискачів має відповідати матеріалу і перерізу жил кабелів.

3.4.8. З'єднувати контрольні кабелі з метою збільшення їх довжини допускається, якщо довжина траси перевищує будівельну довжину кабелю. З'єднання кабелів, що мають металеву оболонку, слід здійснювати з установленням герметичних муфт.

Кабелі з неметалічною оболонкою або з алюмінієвими жилами слід з'єднувати на проміжних рядах затискачів або за допомогою спеціальних муфт, призначених для даного типу кабелів.

3.4.9. Кабелі вторинних кіл, жили кабелів і проводи, що приєднуються до збірок затискачів або апаратів, повинні мати маркування.

3.4.10. Типи проводів і кабелів для вторинних кіл, способи їх прокладання і захисту слід вибирати з урахуванням вимог гл. 2.1-2.3 і 3.1 в тій частині, в якій вони не змінені цією главою. При прокладанні проводів і кабелів по гарячих поверхнях або в місцях, де ізоляція може піддаватися дії масел та інших агресивних середовищ, слід застосовувати спеціальні проводи і кабелі (див. гл. 2.1).

Проводи і жили кабелю, що мають несвітлостійку ізоляцію, мають бути захи-

щеними від дії світла.

3.4.11. Кабелі вторинних кіл трансформаторів напруги 110 кВ і вище, що прокладаються від трансформатора напруги до щита, повинні мати металеву оболонку або броню, заземлену з обох боків. Кабелі в колах основних і додаткових обмоток одного трансформатора напруги 110 кВ і вище по всій довжині траси слід прокладати поряд. Для кіл приладів і пристроїв, чутливих до наведень від інших пристроїв або кіл, що проходять поряд, мають бути застосовані екрановані проводи, а також контрольні кабелі із загальним екраном або кабелі з екранованими жилами.

3.4.12. Монтаж кіл постійного і змінного струму в межах щитових пристроїв (панелі, пульти, шафи, ящики тощо), а також внутрішні схеми з'єднань приводів вимикачів, роз'єднувачів та інших пристроїв за умовами механічної міцності мають бути виконаними проводами або кабелями з мідними жилами перерізом, не меншим:

- для однодротових жил, що приєднуються гвинтовими затискачами, $1,5 \text{ мм}^2$;
- для однодротових жил, що приєднуються паянням, $0,5 \text{ мм}^2$;
- для багатодровових жил, що приєднуються паянням або під гвинт за допомогою спеціальних наконечників, $0,35 \text{ мм}^2$; у технічно обґрунтованих випадках допускається застосування проводів з багатодрововими мідними жилами, що приєднуються паянням, перерізом, меншим ніж $0,35 \text{ мм}^2$, але не меншим ніж $0,2 \text{ мм}^2$;
- для жил, що приєднуються паянням у колах напругою, не вищою 60 В (диспетчерські щити і пульти, пристрої телемеханіки тощо), - $0,197 \text{ мм}^2$ (діаметр - не менше 0,5 мм).

Приєднання однодротових жил (під гвинт або паянням) допускається здійснювати тільки до нерухомих елементів апаратури. Приєднання жил до рухомих або виймальних елементів апаратури (роз'єднувачів, виймальних блоків тощо) слід виконувати гнучкими (багатодрововими) жилами.

Механічні навантаження на місця паяння проводів не допускаються.

Для переходів на дверцята пристроїв повинні бути застосовані багатодровові проводи перерізом не меншим ніж $0,5 \text{ мм}^2$; допускається також застосування проводів з однодротовими жилами перерізом, не меншим ніж $1,5 \text{ мм}^2$, за умови, що джгут проводів працює тільки на кручення.

Переріз проводів на щитових пристроях та інших виробках заводського виготовлення визначається вимогами їх захисту від КЗ без витримки часу, допустимих струмових навантажень згідно з гл. 1.3, а для кіл, що йдуть від трансформаторів струму, крім того, і термічною стійкістю. Для монтажу слід застосовувати проводи і кабелі з ізоляцією, що не підтримує горіння.

Застосування проводів і кабелів з алюмінієвими жилами для внутрішнього монтажу щитових пристроїв не допускається.

3.4.13. З'єднання апаратів між собою в межах однієї панелі слід виконувати, як правило, безпосередньо без виведення з'єднувальних проводів на проміжні затискачі.

На затискачі або випробувальні блоки мають бути виведеними кола, в які потрібно вмикати випробувальні та перевірні апарати і прилади. Рекомендовано також виводити на ряд затискачів кола, перемикання яких потрібне для зміни режиму роботи пристрою.

3.4.14. Проміжні затискачі слід установлювати тільки там, де:

- провід переходить у кабель;
- об'єднуються однойменні кола (збірка затискачів кіл вимкнення, кіл напруги тощо);
- потрібно вмикати переносні випробувальні та вимірювальні апарати, якщо немає випробувальних блоків або аналогічних пристроїв;
- декілька кабелів переходить у один кабель або перерозподіляються кола різних кабелів (див. також 3.4.8).

3.4.15. Затискачі, що належать до різних приєднань або пристроїв, мають бути виділеними в окремі збірки затискачів.

На рядах затискачів не можна розташовувати безпосередньо близько один від одного затискачі, випадкове з'єднання яких може викликати увімкнення або вимкнення приєднання або КЗ в колах оперативного струму чи в колах збудження.

У разі розміщення на панелі (у шафі) апаратури, що належить до різних видів захистів або інших пристроїв одного приєднання, подавання живлення від полюсів оперативного струму через збірки затискачів, а також розведення цих кіл по панелі мають бути виконаними незалежно для кожного виду захистів або пристроїв. Якщо в колах вимкнення від окремих комплектів захистів не передбачаються накладки, то приєднання цих кіл до вихідного реле захисту або кіл вимкнення вимикача слід здійснювати через окремі затискачі збірки затискачів; при цьому з'єднання по панелі зазначених кіл слід виконувати незалежно для кожного виду захистів.

3.4.16. Для проведення експлуатаційних перевірок і випробувань у колах захисту та автоматики слід передбачати випробувальні блоки або вимірювальні затискачі, що забезпечують (за винятком випадків, зумовлених у 3.4.7) без від'єднання проводів і кабелів вимкнення від джерела оперативного струму, трансформаторів напруги і струму з можливістю попереднього закорочування струмових кіл; приєднання випробувальних апаратів для перевірки і налагодження пристроїв.

Пристрої релейного захисту і автоматики, що періодично виводяться з роботи за вимогами режиму мережі, умовами селективності та з інших причин, повинні мати спеціальні пристосування для виведення їх з роботи оперативним персоналом.

3.4.17. Збірки затискачів, допоміжні контакти вимикачів і роз'єднувачів і апарати мають установлюватися, а заземлювальні провідники вмонтовуватися так, щоб було забезпечено доступність і безпеку обслуговування збірок і апаратів вторинних кіл без зняття напруги з первинних кіл напругою вище 1 кВ.

3.4.18. Ізоляція апаратури, що застосовується у вторинних колах, має відповідати нормам, які визначаються робочою напругою джерела (або розділового трансформатора), що живить ці кола.

Контроль ізоляції кіл оперативного постійного і змінного струму слід передбачати на кожному незалежному джерелі (включаючи розділові трансформатори), що не має заземлення.

Пристрій контролю ізоляції має забезпечувати подавання сигналу в разі зниження ізоляції, нижчої встановленого значення, а на постійному струмі - також вимірювання значення опору ізоляції полюсів. Контроль ізоляції допускається не виконувати за нерозгалуженої мережі оперативного струму.

3.4.19. Живлення оперативним струмом вторинних кіл кожного приєднання слід здійснювати через окремі запобіжники або автоматичні вимикачі (застосування останніх переважне).

Живлення оперативним струмом кіл релейного захисту і керування вимикачами кожного приєднання має передбачатися, як правило, через окремі автоматичні вимикачі або запобіжники, не пов'язані з іншими колами (сигналізація, електромагнітне блокування тощо). Допускається спільне живлення кіл керування і ламп сигналізації положення керованого апарата.

Для приєднань 220 кВ і вище, а також для генераторів (блоків) потужністю 60 МВт і більше має бути передбаченим роздільне живлення оперативним струмом (від різних запобіжників, автоматичних вимикачів) основних і резервних захистів.

У разі послідовного увімкнення автоматичних вимикачів і запобіжників останні мають бути встановленими перед автоматичними вимикачами (з боку джерела живлення).

3.4.20. Пристрій релейного захисту, автоматики і керування відповідальних елементів повинні мати контроль стану кіл живлення оперативним струмом, що діє постійно. Контроль може здійснюватися застосуванням окремих реле або ламп або за допомогою апаратів, що передбачаються для контролю справності кола наступної операції комутаційних апаратів з дистанційним керуванням.

Для менш відповідальних пристроїв контроль живлення можна здійснювати подавання сигналу про вимкнення положення автоматичного вимикача в колі оперативного струму.

Контроль справності кола подальшої операції треба виконувати за наявності в ньому допоміжного контакту комутаційного апарата. При цьому контроль справності кола вимкнення слід виконувати у всіх випадках, а контроль справності кола увімкнення - на вимикачах відповідальних елементів, короткозамикачів і на апаратах, що вмикаються під дією пристроїв автоматичного введення резерву (АВР) або телекерування.

Якщо параметри кіл увімкнення приводу не забезпечують можливості контролю справності цього кола, контроль не виконують.

3.4.21. В електроустановках, як правило, має бути забезпеченим автоматичне подавання сигналу про порушення нормального режиму роботи і про виникнення будь-яких несправностей.

Перевірка справності цієї сигналізації має бути передбаченою періодичним її

випробуванням.

В електроустановках, що працюють без постійного чергування персоналу, має бути забезпеченим подавання сигналу до пункту перебування персоналу.

3.4.22. Кола оперативного струму, в яких можлива помилкова робота різних пристроїв від перенапруження під час роботи електромагнітів увімкнення або інших апаратів, а також у разі замикань на землю, мають бути захищеними.

3.4.23. Заземлення у вторинних колах трансформаторів струму слід передбачати в одній точці на найближчій від трансформаторів струму збірці затискачів або на затискачах трансформаторів струму.

Для захистів, що об'єднують декілька комплектів трансформаторів струму, заземлення має бути передбаченим також в одній точці; у цьому разі допускається заземлення через пробивний запобіжник з пробивною напругою, не вищою 1 кВ, і з шунтувальним опором 100 Ом для стікання статичного заряду.

Вторинні обмотки проміжних розділових трансформаторів струму допускається не заземлювати.

3.4.24. Вторинні обмотки трансформатора напруги треба заземлювати з'єднанням нейтральної точки або одного з кінців обмотки із заземлювальним пристроєм.

Заземлення вторинних обмоток трансформатора напруги має бути виконаним, як правило, на найближчій від трансформатора напруги збірці затискачів або на затискачах трансформатора напруги.

Допускається об'єднувати вторинні кола, що заземлюються, декількох трансформаторів напруги одного розподільного пристрою, загальною заземлювальною шинкою. Якщо згадані шинки належать до різних розподільних пристроїв

і розташовані в різних приміщеннях (наприклад, релейні щити розподільних пристроїв різної напруги), то ці шинки, як правило, не слід з'єднувати між собою.

Для трансформаторів напруги, що використовуються як джерела оперативного змінного струму, якщо не передбачається робоче заземлення одного з полюсів мережі оперативного струму, захисне заземлення вторинних обмоток трансформаторів напруги має бути здійсненим через пробивний запобіжник.

3.4.25. Трансформатори напруги мають бути захищеними від КЗ у вторинних колах автоматичними вимикачами. Автоматичні вимикачі слід установлювати у всіх незаземлених провідниках після збірки затискачів, за винятком кола нульової послідовності (розімкненого трикутника) трансформаторів напруги в мережах з великими струмами замикання на землю.

Для нерозгалужених кіл напруги автоматичні вимикачі допускається не встановлювати.

У вторинних колах трансформатора напруги має бути забезпечено можливість створення видимого розриву (рубильники, роз'ємні з'єднувачі тощо).

Установлювати пристрої, якими може бути викликано розрив провідників між трансформатором напруги і місцем заземлення його вторинних кіл, не допускається.

3.4.26. На трансформаторах напруги, установлених у мережах з малими струмами замикання на землю без компенсації ємнісних струмів (наприклад, на

генераторній напрузі блока генератор-трансформатор, на напрузі власних потреб електростанцій та підстанцій), за необхідності слід передбачати захист від перенапружень у разі самочинних зсувів нейтралі. Захист можна здійснювати увімкненням активних опорів у коло розімкненого трикутника.

3.4.27. У вторинних колах лінійних трансформаторів напруги 220 кВ і вище має бути передбаченим резервування від іншого трансформатора напруги.

Допускається виконувати взаємне резервування між лінійними трансформаторами напруги за достатньої їх потужності за вторинним навантаженням.

3.4.28. Трансформатори напруги повинні мати контроль справності кіл напруги.

Релейний захист, кола якого живляться від трансформаторів напруги, має бути обладнаним пристроями, зазначеними в 3.2.8.

Незалежно від наявності або відсутності в колах захисту зазначених пристроїв мають бути передбачені сигнали:

- у разі вимкнення автоматичних вимикачів - за допомогою їх допоміжних контактів;

- у разі порушення роботи реле-повторювачів шинних роз'єднувачів - за допомогою пристроїв контролю обриву кіл керування і реле-повторювачів;

- для трансформаторів напруги, у колі обмоток вищої напруги яких установлено запобіжники, у разі порушення цілості запобіжників - за допомогою центральних пристроїв.

3.4.29. У місцях, що піддаються струсам і вібраціям, має бути вжито заходів проти порушення контактних з'єднань проводів, помилкового спрацьовування реле, а також проти передчасного зносу апаратів і приладів.

3.4.30. Панелі повинні мати написи з обслуговуваних боків, що вказують приєднання, до яких належить панель, її призначення, порядковий номер панелі в щиті, а встановлена на панелях апаратура повинна мати написи або маркування згідно зі схемами.

РОЗДІЛ 4

РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ І ПІДСТАНЦІ

Глава 4.1. Розподільчі установки напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму.

Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України від 02.04.2008 р. № 203.

Глава 4.2. Розподільчі установки і підстанції напругою понад 1 кВ.

Затверджено наказом Міністерства палива та енергетики України від 02.04.2008 р. № 203.

Підрозділи «Захист електричних машин, що обертаються, від блискавичних напруг» і «Оливне господарство». ПУЕ-86 (шосте видання, перероблене і доповнене). Міністерство енергетики і

електрифікації СРСР, 1986 р.

Глави 4.3-4.4. ПУЕ-86 (шосте видання, перероблене і доповнене).
Міністерство енергетики і електрифікації СРСР, 1986 р.



МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

НАКАЗ

2

квітня 2008 р.
м. Київ

№ 203

**Про затвердження та введення в дію нової редакції глав 4.1 та 4.2 Правил
улаштування електроустановок**

З метою введення в дію нової редакції глави 4.1 «Розподільчі установки
напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму» та глави 4.2
«Розподільчі установки та підстанції напругою понад 1 кВ» Правил
улаштування електроустановок НАКАЗУЮ:

1. Затвердити у новій редакції глави 4.1 «Розподільчі установки напругою до
1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму» та 4.2 «Розподільчі
установки

та підстанції напругою понад 1 кВ» Правил улаштування електроустановок,
які набирають чинності з 1 жовтня 2008 року (далі - ПУЕ) (додаються).

2. Державному науково-дослідному проектно-вишукувальному
технологічному інституту з перспектив розвитку енергетики
«Енергоперспектива» (Головатюк П.М.) внести нову редакцію глави 4.1
«Розподільчі установки напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ
постійного струму» та глави 4.2 «Розподільчі установки та підстанції
напругою понад 1 кВ» ПУЕ до реєстру і комп'ютерного банку даних чинних
нормативних документів Мінпаливенерго в установленому порядку.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-
інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Пержинський В.В.) забезпечити
видання і розповсюдження необхідної кількості примірників глав 4.1 та 4.2
ПУЕ енергетичним компаніям та підприємствам відповідно до їх замовлень та
фактичної оплати.

4. Інституту «Укрсіленьергопроект» (Лях В.В.) разом із співвиконавцями
перегляду ПУЕ:

- забезпечити науково-технічний супровід процесу впровадження нової
редакції глав 4.1 та 4.2 ПУЕ;

- підготувати тлумачний посібник та провести спеціальний семінар з
вивчення та роз'яснення нових положень глав 4.1 та 4.2 ПУЕ.

5. Із введенням в дію глав 4.1 та 4.2 ПУЕ визнати такими, що втратили
чинність:

- главу 4.1 «Распределительные устройства напряжением до 1 кВ

переменного тока и до 1,5 кВ постоянного тока* Правил устройства электроустановок, 6-е издание. - М: Энергоатомиздат, 1985;

- главу 4.2 «Распределительные устройства и подстанции напряжением выше 1 кВ» Правил устройства электроустановок, 6-е издание. - М.: Энергоатомиздат, 1985, за винятком підрозділів «Защита вращающихся электрических машин от грозовых напряжений» і «Масляное хозяйство»;

- ГКД 341.004.001-94 «Норми технологічного проектування підстанцій змінного струму з вищою напругою 6-750 кВ» в частині розділу 2, сторінки 6-21; додаток 1, сторінки 94-120;

- ГКД 34.35.512-220 «Засоби захисту від перенапруг у електроустановках 6-750 кВ. Інструкція з монтажу та експлуатації» в частині таблиці 2, сторінки 10-12 (графи для напруг 220-750 кВ); таблиця 3, сторінка 12; додаток Б, сторінки 112-126.

6. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Лучнікова В.А.

Міністр

Ю. Продан

ГЛАВА 4.1 Розподільчі установки напругою до 1,0 кВ а змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму

ЗАТВЕРДЖЕНО Наказ
Міністерства палива та
енергетики України
02.04.2008 р. №203

ГЛАВА 4.1 РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ НАПРУГОЮ ДО 1,0 кВ ЗМІННОГО СТРУМУ І ДО 1,5 кВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

4.1.1. Ця глава Правил поширюється на розподільчі установки (РУ) і низьковольтні комплектні установки (НКУ) напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму, які влаштовують у приміщеннях і просто неба на об'єктах нового будівництва та реконструкції.

Вимоги цієї глави застосовують до РУ і НКУ спеціальних електроустановок (тягових, підземних, об'єктів цивільного призначення тощо) лише в тих частинах, які не суперечать особливостям технічних вимог до спеціальних електроустановок.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

4.1.2. Електрична розподільча установка (РУ) — відповідно до 4.3ДСТУ 3429.

4.1.3. Низьковольтна комплектна установка (НКУ) — сукупність апаратів напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму, пристроїв керування, вимірювання, сигналізації, захисту, регулювання з усіма внутрішніми електричними і механічними з'єднаннями, змонтованих на єдиній конструктивній основі у вигляді щитів, шаф, пультів, шинних приєднань тощо.

4.1.4. Головне коло НКУ — усі струмовідні частини НКУ, увімкнуті в коло, призначене для передавання та розподілу електричної енергії.

4.1.5. Допоміжне коло НКУ — всі струмовідні частини НКУ, увімкнуті в коло, призначене для керування, вимірювання, сигналізації, захисту, регулювання, оброблення і передавання інформації тощо, яке не є основним колом.

4.1.6. Кабельний увід НКУ — елемент конструкції НКУ з отворами, які забезпечують введення кабелів.

4.1.7. Вибір проводів, шин, апаратів, приладів і конструкцій необхідно здійснювати як за нормальним режимом роботи (відповідність робочій напрузі і струму основних і допоміжних кіл, частоти мережі, заданому класу точності, умовам експлуатації тощо), так і за умовами роботи в разі короткого замикання з урахуванням термічних і динамічних впливів, комутаційної спроможності.

4.1.8. РУ і НКУ повинні мати чіткі написи з боків обслуговування, які вказували б на призначення окремих присідань і панелей, а встановлені на панелях прилади та апарати - написи або маркування відповідно до схем, за якими виготовлялася установка.

4.1.9. Частини РУ, які належать до кіл різного роду струму і різних напруг, слід виконувати і розташовувати так, щоб була забезпечена можливість їх чіткого розпізнавання.

4.1.10. Взаємне розташування фаз і полюсів у межах усієї установки має бути однаковим. Шини повинні мати фарбування, передбачене главою 1.1 «Правил устроювання електроустановок». На струмовідних частинах головного кола РУ слід передбачати можливість установа переносних захисних заземлень.

4.1.11. Усі металеві частини РУ і НКУ, крім виготовлених із корозійностійких матеріалів, повинні мати антикорозійне покриття.

4.1.12. Захист від ураження електричним струмом має відповідати вимогам глави 1.7 ПУЕ:2006.

ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ І АПАРАТІВ

4.1.13. Прилади та апарати, якими комплектують РУ і НКУ, мають відповідати вимогам чинних державних стандартів та інших нормативних документів. Також вони мають відповідати конструктивному виконанню РУ і НКУ (наприклад, відкритому або закритому), номінальним значенням напруги і струму, вмикальній і вимикальній спроможності тощо.

4.1.14. Прилади та апарати необхідно розташовувати на конструкції так, щоб забезпечувалися безпека обслуговування і зручний доступ до них. Іскри та електричні дуги, які можуть виникати в приладах і апаратах під час експлуатації, не повинні завдавати шкоди обслуговуючому персоналу та оточуючим предметам, а також призводити до виникнення короткого замикання чи замикання на землю або до пожежі в електроустановці.

4.1.16. Апарати рубильникового типу необхідно встановлювати так, щоб вони не могли замкнутися самовільно, під дією сили ваги. Рухомі струмовідні частини їх у вимкненому стані не повинні бути під напругою.

4.1.16. Рубильники з безпосереднім ручним керуванням (без приводу) і вимикачі навантаження, призначені для вмикання і вимикання струму навантаження, які мають контакти, звернені до оператора, повинні бути захищені неспалюваними оболонками без отворів і щілин. Вищезазначені рубильники і вимикачі

ГЛАВА 4.1 Розподільчі установки напругою до 1,0 кВ
змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму

навантаження дозволено встановлювати відкрито за умови, що вони будуть недосяжні для некваліфікованого персоналу.

4.1.17. На приводах комутаційних апаратів повинні бути чітко зазначені положення «увімкнуто» і «вимкнуто».

4.1.18. Повинна бути передбачена можливість зняття напруги з кожного автоматичного вимикача на час його ремонту або демонтажу. З цією метою в необхідних місцях повинні бути встановлені рубильники або інші апарати для зняття напруги.

Апарат для зняття напруги перед вимикачем кожної лінії, яка відходить від РУ, не вимагається передбачати в електроустановках:

- з висувними вимикачами;
- зі стаціонарними вимикачами, в яких на час ремонту або демонтажу вимикача допустиме зняття напруги спільним апаратом з групи вимикачів або з усієї РУ;
- зі стаціонарними вимикачами, якщо забезпечено можливість безпечного демонтажу їх під напругою за допомогою ізольованого інструменту.

4.1.19. Різьбові (пробкові) запобіжники потрібно встановлювати так, щоб проводи живлення приєднувалися до контактної гвинта, а проводи, які відходять до електроприймачів, - до гвинтової гільзи (див. главу 3.1 «Правил устроювання електроустановок»).

4.1.20. Елементи керування (поворотні рукоятки, натискні кнопки тощо) слід встановлювати не вище ніж 2 м і не нижче ніж 0,8 м від підлоги, а вимірювальні прилади - таким чином, щоб шкала кожного приладу знаходилась не вище ніж 1,8 м і не нижче 1,0 м від підлоги. Елементи керування апаратами аварійного вимикання слід встановлювати на висоті від 0,8 м до 1,6 м від підлоги.

ШИНИ, ПРОВІДИ, КАБЕЛІ

4.1.21. Між нерухомо закріпленими неізольованими струмовідними частинами різної полярності, а також між ними і відкритими провідними частинами повинні бути забезпечені відстані не менше 20 мм по поверхні та 12 мм в просвіті. Від неізольованих струмовідних частин до огорож повинні бути забезпечені відстані не менше 100 мм для сітчастих огорож і 40 мм - для суцільних знімних огорож.

4.1.22. У межах панелей, щитів, шаф, установлених у сухих приміщеннях, ізольовані проводи з ізоляцією, розрахованою на напругу не нижче ніж 660 В, можна прокладати по металевих, захищених від корозії, поверхнях упритул один до одного. У цьому разі для головних кіл слід застосовувати понижувальні коефіцієнти до струмових навантажень, наведені в главі 1.3 «Правил устроювання електроустановок».

4.1.23. Улаштування РЕ-, PEN- і N-провідників а також PEN- і N-шин повинне відповідати вимогам 1.7.132— 1.7.147 глави 1.7 ПУЕ:2006. Конструктивні частини РУ і НКУ заборонено використовувати як PEN-провідники.

4.1.24. Електропроводки допоміжних кіл повинні відповідати вимогам глави 3.4, а прокладання кабелів - вимогам глави 2.3 «Правил устроювання електроустановок».

4.1.26. Для РУ і НКУ з електронними комплектуючими необхідно

розділяти або екранувати головне і допоміжні кола, крім випадків, коли елементи допоміжних кіл за показниками електромагнітної сумісності або за рекомендацією виробника не потребують екранування.

КОНСТРУКЦІЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ УСТАНОВОК

4.1.26. Конструкції РУ і НКУ слід виготовляти із матеріалів, здатних витримувати механічні, електричні, електродинамічні і теплові навантаження, а також дію вологи, яка має місце за нормальної експлуатації, і відповідати вимогам чинних державних стандартів та інших нормативних документів.

4.1.27. Поверхні гігроскопічних ізолювальних плит, на яких безпосередньо монтують неізольовані струмовідні частини, повинні бути захищеними від проникнення в них вологи (просочуванням, фарбуванням тощо).

В установках, які встановлюють у сирих і особливо сирих приміщеннях та у разі їх встановлення просто неба, застосування гігроскопічних ізолювальних матеріалів (наприклад, мармуру, азбоцементу) не дозволене.

4.1.28. РУ і НКУ повинні бути виконані так, щоб вібрації, які виникають від дії апаратів, а також за струсами, зумовленими зовнішніми впливами, не порушували контактних з'єднань і не призводили до розрегулювання апаратів і приладів.

4.1.29. Місця, призначені для приєднання зовнішніх провідників, повинні бути зручними для кінцевого облаштування проводів і кабелів та приєднання їх до затискачів. Зокрема, дозволено розташовувати затискачі на висоті не нижче ніж 0,2 м від основи РУ чи НКУ, установлених на підлозі. Конструкція затискачів повинна допускати приєднання зовнішніх провідників будь-яким способом (гвинтами, з'єднувачами тощо).

4.1.30. У конструкціях РУ і НКУ потрібно передбачати кабельні та шинні вводи як знизу, так і зверху, або тільки знизу чи зверху. Отвори кабельних уводів потрібно виконувати так, щоб не порушувати ступінь захисту оболонки від прямого дотику (див. 1.7.14 і 1.7.72 глави 1.7 ПУЕ:2006), потрапляння твердих сторонніх тіл і рідин. У разі коли зовнішні кабелі за перерізом або кількістю не може бути безпосередньо приєднано до затискачів апаратів, у конструкції РУ потрібно передбачати додаткові затискачі або шини з улаштуваннями для приєднання зовнішніх кабелів.

4.1.31. У конструкції РУ і НКУ слід передбачати затискачі або шини для приєднання РЕ¹/(РЕ)-провідників і Б¹-провідника.

ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ УСТАНОВОК У ЕЛЕКТРОПРИМІЩЕННЯХ

4.1.32. Коридори для обслуговування в електроприміщеннях повинні відповідати таким вимогам:

1) ширину коридора приймають відповідно до вимог 4.2.80. У разі улаштування коридора для обслуговування із задньої сторони щита ширина проходу повинна становити не менше ніж 0,8 м. Дозволено місцеве звуження коридора будівельними конструкціями не більше ніж на 0,2 м.

ГЛАВА 4.1 Розподільчі установки напругою до 1,0 кВ

■ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму

Висота проходу в просвіті повинна становити не менше ніж 1,9 м;

2) відстані від найбільш виступаючих необгороджених неізолюваних струмовідних частин (наприклад, вимкнених ножів рубильників) за їх одностороннього розташування на висоті менше ніж 2,2 м до протилежної стіни, огорожі або устаткування, яке має обгороджені або ізолювані струмовідні частини, повинні бути не менше:

1,0 м - для напруги нижче 660 В у разі довжини щита до 7 м; 1,2 м - у разі довжини щита понад 7 м; 1,5 м - для напруги 660 В і вище.

Довжиною щита в цьому разі вважається довжина проходу між двома рядами суцільного фронту панелей (шаф) або між одним рядом і стіною;

3) відстані між необгородженими неізолюваними струмовідними частинами, розташованими на висоті менше ніж 2,2 м з обох боків проходу, повинні бути не менше:

1,5 м - для напруги до 660 В; 2,0 м - для напруги 660 В і вище;

4) неізолювані струмовідні частини, які знаходяться на відстані, меншій зазначеної в переліках 2) і 3), повинні бути обгородженими. У цьому разі ширина проходу з урахуванням огорожі повинна становити не менше зазначеної в переліку 1);

5) необгороджені неізолювані струмовідні частини, розташовані над проходами, повинні бути на висоті не менше ніж 2,2 м;

6) горизонтальні огорожі над проходами повинні бути розташовані на висоті не менше ніж 1,9 м.

4.1.33. Проходи для обслуговування щитів довжиною більше ніж 7 м повинні мати два виходи. Виходи із проходу з монтажного боку щита можна виконувати як у щитове приміщення, так і в інші приміщення. За ширини проходу обслуговування більше 3 м і відсутності оливонаповнених апаратів другий вихід не обов'язковий. Двері із приміщень РУ повинні відкриватись у бік інших приміщень (за винятком РУ напругою вище 1 кВ змінного струму і вище 1,5 кВ постійного струму) або назовні і мати самозамикальні замки, які відкриваються без ключа з внутрішнього боку приміщення. Ширина дверей повинна бути не меншою 0,75 м, а висота - не меншою 1,9 м.

4.1.34. Огорожа неізолюваних струмовідних частин може бути виконана металевими сітками з розмірами вічок не більше ніж 25 мм х 25 мм, а також може бути суцільною або змішаною. Висота огорожі повинна становити не менше ніж 1,7 м.

ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ УСТАНОВОК У ПРИМІЩЕННЯХ, ДОСТУПНИХ НЕКВАЛІФІКОВАНОМУ ПЕРСОНАЛУ

4.1.35. РУ, установлені в приміщеннях, доступних некваліфікованому персоналу, повинні мати струмовідні частини, закриті суцільною огорожею, або повинні бути виконані зі ступенем захисту не менше IP2X. У разі застосування РУ з відкритими струмовідними частинами вони повинні бути обгородженими та обладнаними місцевим освітленням. Огорожа повинна відповідати вимогам 4.1.34.

ГЛАВА 4.2 Розподільчі установки і підстанції напругою понад 1,0 кВ
Огорожі, які можна знімати, потрібно виконувати так, щоб їх зняття було неможливим без спеціального інструменту.

469

Дверці входу за огорожу повинні замикатися на ключ. Відстань від сітчастої огорожі до неізолюваних струмовідних частин повинна бути не меншою, ніж 0,7 м, а від суцільних - згідно з 4.1.21. Ширину проходів визначають згідно з 4.1.32.

4.1.36. Кінцеве облаштування проводів і кабелів потрібно здійснювати таким чином, щоб вони знаходилися всередині РУ або НКУ.

ВСТАНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬЧИХ УСТАНОВОК ПРОСТО НЕБА

4.1.37. У разі встановлення РУ просто неба необхідно дотримуватися таких вимог:

1) РУ повинна відповідати умовам навколишнього природного середовища, мати відповідний ступінь захисту від доторкання до струмовідних частин, потрапляння сторонніх твердих тіл і рідин та розміщуватися на спланованій площаді на висоті не менше ніж 0,2 м від рівня планування. У районах, де спостерігаються снігові заноси висотою 1 м і більше, шафи РУ необхідно встановлювати на підвищених фундаментах;

2) для РУ потрібно передбачати підігрівання для забезпечення надійного їх функціонування, якщо температура навколишнього повітря може бути нижча від допустимої для устаткування та апаратів.

ЗАТВЕРДЖЕНО Наказ
Міністерства палива та
енергетики України
02.04.2008 р. №203

ГЛАВА 4.2 РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ І ПІДСТАНЦІЇ НАПРУГОЮ ПОНАД 1,0 кВ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

4.2.1. Ця глава Правил поширюється на стаціонарні електричні розподільчі установки (РУ), електричні підстанції (ПС) та електричні розподільчі пункти (РП) змінного струму напругою понад 1 кВ нового будівництва і ті, що реконструюються, крім спеціальних ПС. До спеціальних ПС (пересувних, тягових, підземних, ПС об'єктів цивільного призначення тощо) вимоги цієї глави застосовують лише в тих частинах, які не суперечать особливостям технічних вимог до спеціальних електроустановок.

На РУ і ПС напругою 400 кВ поширюються вимоги Правил, що стосуються РУ і ПС напругою 500 кВ.

4.2.2. Щодо чинних загальнодержавних спеціалізованих нормативних документів (НД) з певних напрямів (будівельних, протипожежних, санітарних,

з охорони навколишнього природного середовища тощо) у цій главі конкретизують ті вимоги, які враховують особливості будівництва та експлуатації РУ, ПС і РП у межах нормативного поля загальнодержавних НД.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

4.2.3. У цій главі застосовано терміни та визначення понять відповідно до чинних стандартів, крім додаткових понять, наведених у 4.2.4-4.2.11.

4.2.4. Закрита розподільча установка (ЗРУ) - РУ, устаткування якої розташовано в приміщенні.

4.2.4.1. Комплектна розподільча установка (КРУ) - РУ, складена із шаф або блоків з вмонтованими в них апаратами, пристроями для вимірювання, захисту та автоматики і сполучних елементів, яка призначена для установлення в приміщеннях. Шафи або блоки поставляють у складеному або повністю підготовленому до складання вигляді.

4.2.4.2. Комплектна розподільча установка елегазова (КРУЕ) - РУ, складена із блоків, в яких основне устаткування вміщено в оболонки, заповнені елегазом (8Г₆), який є ізолювальним та (або) дугогасильним середовищем.

4.2.4.3. Приєднання в електричній розподільчій установці (приєднання) - елементи електричної схеми РУ, що безпосередньо стосуються лінії електропередавання або силового трансформатора чи конденсаторної установки тощо.

4.2.4.4. Ланка електричної розподільчої установки (ланка) - частина території відкритої розподільчої установки (ВРУ) або закритої розподільчої уста* новки (ЗРУ), призначена для установлення всієї чи частини комутаційної та (або) іншої апаратури одного приєднання.

4.2.5. Закрита підстанція (ЗПС) - ПС, устаткування якої розташоване в приміщенні або в металевій оболонці.

4.2.5.1. Прибудована підстанція (розподільча установка) - закрита електрична підстанція (ЗПС) (ЗРУ), що має тільки один будівельний елемент, спільний із суміжним приміщенням (стіну, перегородку або підлогу, що є перекриттям суміжного приміщення знизу).

4.2.5.2. Вбудована підстанція (розподільча установка) - ЗПС (ЗРУ), що має два чи більше будівельні елементи, спільні із суміжним приміщенням (приміщеннями).

4.2.5.3. Комплектна трансформаторна підстанція (КТП) - ПС, складена із трансформаторів (вмонтованих у шафи/установлених просто неба), блоків РУ та інших елементів, які постачають у складеному або повністю підготовленому до складання вигляді.

4.2.5.4. Щоголова трансформаторна підстанція (ЩТП) - трансформаторна підстанція (у тому числі в конструктивному виконанні КТП), все устаткування якої встановлене на конструкціях (або опорі повітряної лінії електропередавання (ПЛ) просто неба на висоті, що не потребує наземного огороження).

4.2.5.5. Електричний розподільчий пункт (РП) - відокремлена РУ в

електричній мережі з допоміжними спорудами.

4.2.5.6. Секціонуючий пункт (СП) - електроустановка, призначена ділити (секціонувати) ПЛ на дві ділянки.

4.2.6. Камера - приміщення, призначене для встановлення апаратів, трансформаторів і шин.

4.2.6.1. Закрита камера - камера, яка має прорізи, захищені суцільним (несітчастими) загородженням.

4.2.6.2. Обгороджена камера - камера, яка має прорізи, захищені повністю або частково сітчастими чи змішаними (не суцільними) загородженнями. Під змішаним загородженням розуміють загородження із сіток і суцільних листів.

4.2.6.3. Вибухова камера - закрита камера, призначена для локалізації можливих аварійних наслідків під час пошкодження встановлених у ній апаратів.

4.2.7. Коридор обслуговування - коридор уздовж камер або шаф ЗРУ, призначений для обслуговування апаратів і шин.

4.2.7.1. Коридор управління - коридор обслуговування, в який виведені приводи або елементи керування приводами комутаційних апаратів.

4.2.7.2. Вибуховий коридор - коридор обслуговування, в який виходять двері вибухових камер.

4.2.8. Система збірних шин - комплект струмовідних елементів, які з'єднують між собою різні присіднання РУ.

4.2.9. Пневмопосудина (ресивер) - герметична ємність, призначена містити в собі стиснене повітря.

4.2.9.1. Пневмоакумулятор - комплекс із декількох стаціонарних пневмопосудин, призначений для накопичення стисненого повітря.

4.2.9.2. Основний пневмоакумулятор - пневмоакумулятор на компресорному тиску, розташований безпосередньо біля компресорної установки.

4.2.9.3. Пневмережа - мережа трубопроводів, призначена передавати стиснене повітря на робочому тиску від пневмоакумулятора до споживачів стисненого повітря (вимикачів, пневмоприводів тощо).

4.2.10. Оперативний струм - електричний струм (постійний, випрямлений або змінний) системи живлення кіл захисту, автоматики, керування, сигналізації та блокування.

4.2.11. Режими роботи електроустановок для визначення розрахункових умов улаштування ПС (РП і РУ):

- нормальний - режим роботи схеми електроустановки, усі присіднання якої знаходяться в робочому стані;

- аварійний - короткочасний наперед не передбачуваний режим, що настає внаслідок аварійного порушення нормальної роботи схеми ПС (РП, РУ) із виведенням мінімум одного присіднання РУ з робочого стану внаслідок виходу із ладу будь-якого елемента присіднання;

- післяаварійний - відносно тривалий режим роботи схеми електроустановки після виведення із робочого стану аварійного присіднання, який дає змогу здійснювати функції ПС (РП, РУ) із зниженою проти нормального

режиму надійності;

- ремонтний - режим з наперед запланованим виведенням з робочого стану будь-якої частини РУ.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.2.12. Електроустаткування, струмовідні частини, ізолятори, кріплення, огорожі, несучі конструкції, ізоляційні та інші відстані потрібно вибирати і встановлювати таким чином, щоб:

- явища, супутні нормальним умовам роботи електроустановки (зусилля, нагрівання, електрична дуга, іскріння, викид газів тощо), не могли заподіяти шкоди обслуговуючому персоналу, а також спричинити пошкодження устаткування і виникнення короткого замикання (КЗ) або замикання на землю;

- у разі порушення нормальних умов роботи електроустановки була забезпечена необхідна локалізація пошкоджень, зумовлених дією КЗ;

- після зняття напруги з будь-якого кола стосовні до нього апарати, струмовідні частини і конструкції могли піддаватися безпечному огляду, заміні та ремонтам без порушення роботи сусідніх кіл;

- була забезпечена можливість зручного транспортування устаткування.

4.2.13. Вмикати під напругу і вимкати приєднання РУ потрібно вимикачем або вимикачем навантаження.

Намагнічувальний струм силових трансформаторів напругою від 6 кВ до 500 кВ, зарядний струм і струм замикання на землю ПЛ і кабельних ліній елек- тропередавання, зарядний струм систем шин тощо дозволено вмикати і вимкати роз'єднувачами (відділювачами), якщо це дозволено їх конструкцією. Значення струмів, які дозволено вмикати і вимкати роз'єднувачами (відділювачами), порядок виконання операцій цими апаратами і конструктивне виконання їх встановлення потрібно приймати відповідно до вимог чинних правил з технічної експлуатації електричних станцій і мереж та інших відповідних НД.

Для захисту персоналу від світлової дії дуги над ручними приводами роз'єднувачів (відділювачів) потрібно встановлювати козирки або навіси з негорючого матеріалу, за винятком:

- роз'єднувачів (відділювачів) напругою 110 кВ, якщо ними вимикають намагнічувальний струм до 3 А або зарядний струм до 1 А;

- роз'єднувачів (відділювачів) напругою від 6 кВ до 35 кВ, якщо ними вимикають намагнічувальний струм до 3 А або зарядний струм до 2 А.

Приводи триполюсних роз'єднувачів напругою від 6 кВ до 35 кВ внутрішнього встановлення, якщо вони не відокремлені від роз'єднувачів стіною або перекриттям, потрібно відділяти суцільними щитами від роз'єднувачів. Заборонено вмикати і вимкати роз'єднувачами:

- конденсаторні батареї (КБ), статичні компенсатори (СТК), установки поздовжньої компенсації (УПК) та інші конденсаторні установки;

- зарядні струми ліній електропередавання і струми замикання на землю в мережах напругою від 6 кВ до 35 кВ у разі роботи мережі в режимі з недокомпенсацією.

4.2.14. Конструкції, на яких встановлено електроустаткування, апарати, струмовідні частини та ізолятори, повинні витримувати навантаження від їхньої маси, натягу, комутаційних операцій, впливу вітру, ожеледі та КЗ, а також від сейсмічних впливів.

Будівельні конструкції, розташовані поблизу струмовідних частин і доступні для дотику персоналу, не повинні нагріватися від впливу електричного струму понад 50 °С; недоступні для дотику персоналу - до 70 °С.

Будівельні конструкції дозволено не перевіряти на нагрівання, якщо струмовідними частинами, розташованими поблизу будівельних конструкцій, проходить змінний струм, який не перевищує 1000 А.

4.2.15. У всіх колах РУ (приєднання, система збірних шин тощо) потрібно передбачати пристрої роз'єднання з видимим розривом, що забезпечують можливість від'єднання всіх апаратів (вимикачів, відділювачів, запобіжників, трансформаторів струму, трансформаторів напруги тощо) кожного кола з усіх його боків, звідки може бути подано напругу.

Вищезазначена вимога не поширюється на:

- шафи КРУ з викочуваними елементами, а також КРУЕ в разі наявності надійного механічного показника гарантованого положення контактів;
- високочастотні загороджувачі та конденсатори зв'язку;
- трансформатори напруги, встановлені на лінійних приєднаннях (уразі одного комплексу трансформаторів напруги);
- трансформатори напруги, встановлені на системі шин для виконання синхронізації;
- трансформатори напруги ємнісного типу, приєднані до систем шин;
- розрядники та обмежувачі перенапруг, встановлені на виводах силових трансформаторів і шунтувальних реакторів та на лінійних приєднаннях;
- силові трансформатори з кабельними уводами і трансформатори напруги з кабельними уводами на вищу напругу (ВН).

В окремих випадках, зумовлених схемними або конструктивними рішеннями, трансформатори струму дозволено встановлювати до роз'єднувачів, які від'єднують решту апаратів від джерел напруги.

4.2.16. Вимикач або привід вимикача повинен мати добре видимий і надійно працюючий показник положення («увімкнено», «вимкнено»). Застосування сигнальних ламп як єдиних показників положення вимикача заборонено.

Якщо вимикач не має відкритих контактів і його привід відділений від нього непрозорою стіною, показник положення повинен бути і на вимикачі - і на приводі.

На вимикачі з вмонтованим приводом або з приводом, розташованим у безпосередній близькості від вимикача і не відділеним від нього непрозорою стіною, дозволено встановлювати один показник положення - на вимикачі або на приводі.

На вимикачі, зовнішні контакти якого чітко свідчать про увімкнене положення, дозволено не встановлювати показник положення на вимикачі і вмонтованому або не відгородженому стіною приводі.

Приводи роз'єднувачів, заземлювальних ножів тощо, відділених від

апаратів непрозорою стіною, повинні мати покажчик положення апарата.

4.2.17. Ошиновку РУ і ПС потрібно виконувати переважно з алюмінієвих і сталєалюмінієвих проводів, штаб, труб і шин із профілів алюмінію та алюмінієвих сплавів електротехнічного призначення (як виняток див. 4.2.18). Дозволено застосовувати ошиновку із міді чи мідних сплавів електротехнічного призначення.

У разі коли деформації ошиновки від зміни температури можуть зумовити небезпечні механічні напруження в провадах або ізоляторах, потрібно передбачати заходи, які унеможливають виникнення таких напружень.

У конструкції жорсткої ошиновки має бути передбачено пристрої компенсації для запобігання передаванню механічних зусиль на контактні уводи апаратів та опорні ізолятори. На жорсткій ошиновці компенсатори потрібно встановлювати також у місцях перетинань із температурними та осадочними швами будівель і споруд.

У сейсмічних районах виводи електроустаткування з жорсткою ошиновкою потрібно з'єднувати через гнучкі вставки.

Трубчасті шини повинні мати пристрої для гасіння вібрації.

Конструкція шинотримачів і затискачів жорсткої ошиновки в разі змінного струму понад 630 А не повинна утворювати суцільного магнітного контуру.

Струмопроводи треба виконувати з дотриманням вимог глави 2.2 «Правил устроювання електроустановок».

4.2.18. У разі розташування ПС, РП і РУ у місцях, де повітря може містити речовини, які погіршують роботу ізоляції або руйнівню діють на устаткування і шини, потрібно вживати заходів, що забезпечують надійну роботу електроустановки:

- застосовувати закриті ПС, РП і РУ, захищені від проникнення пилю, шкідливих газів і пари в приміщення;
- застосовувати посилену ізоляцію і шини з матеріалу, стійкого до впливу навколишнього середовища, або фарбувати їх захисним покриттям;
- розташовувати ПС, РП і РУ з боку пануючого напрямку вітру;
- обмежувати кількість устаткування, встановленого просто неба;
- застосовувати ПС, РП і РУ за найбільш простими схемами.

У разі спорудження ПС, РП і РУ поблизу морського узбережжя, солоних озер, хімічних підприємств, а також у місцях, де тривалий досвід експлуатації свідчить про руйнування алюмінію від корозії, потрібно застосовувати спеціальні алюмінієві або сталєалюмінієві проводи, захищені від корозії, або проводи з міді та її сплавів електротехнічного призначення.

4.2.19. У разі розташування ПС, РП і РУ у сейсмічних районах для забезпечення необхідної сейсмостійкості потрібно застосовувати сейсмостійке устаткування. У разі необхідності потрібно передбачати спеціальні конструктивні заходи, які підвищують сейсмостійкість електроустановки.

4.2.20. У разі розташування ПС і РУ на висоті понад 1000 м над рівнем моря повітряні ізоляційні проміжки, підвісну і опорну ізоляцію та зовнішню

ізоляцію електроустаткування потрібно вибирати з дотриманням вимог, наведених у 4.2.49, 4.2.52, 4.2.76, 4.2.77, з урахуванням поправок, які компенсують зниження електричної міцності ізоляції від зниження атмосферного тиску.

4.2.21. У РУ, де температура навколишнього повітря може бути нижча допустимої для електроустаткування та апаратів, потрібно передбачати електричне підігрівання для забезпечення надійного функціонування устаткування та апаратів.

4.2.22. Літерно-цифрове і колірне позначення фаз електроустаткування і ошиновки ПС і РУ потрібно виконувати з дотриманням вимог глави 1.1 «Правил устроювання електроустановок».

4.2.23. РУ напругою 3 кВ і вище потрібно обладнувати оперативним блокуванням, призначеним для запобігання неправильним діям з роз'єднувачами, заземлювальними ножами (ЗН), відділювачами і короткозамикачами.

Оперативним блокуванням запобігають:

- подавання напруги на ділянку електричної схеми, заземлену увімкненим ЗН, а також на ділянку електричної схеми, відділену від увімкнених ЗН тільки вимикачем;

- вмикання ЗН на ділянці схеми, не відділеній роз'єднувачем (відділювачем) від інших ділянок, які можуть бути як під напругою, так і без напруги;

- вимикання і вмикання роз'єднувачами (відділювачем) струмів навантаження, якщо це не передбачено конструкцією апарата.

У КРУ з викочуваними елементами блокування повинне унеможлилювати:

- вмикання ЗН, якщо викочуваний елемент не виведено у випробувальне чи ремонтне положення, або укочування викочуваного елемента в робоче положення в разі увімкненого ЗН;

- вмикання ЗН збірних шин, якщо викочувані елементи введуть робочого і резервного живлення не виведено у випробувальне чи ремонтне положення, або укочування викочуваного елемента в робоче положення в разі увімкненого ЗН збірних шин.

У роз'єднувачів з полюсним керуванням у зону дії блокування потрібно включати всі три полюси.

Роз'єднувачі РУ напругою від 35 кВ до 220 кВ повинні мати механічне або електромагнітне блокування зі своїми ЗН, а роз'єднувачі РУ напругою 330 кВ і вище - електромагнітне блокування зі своїми ЗН. Роз'єднувачі РУ з приводами від електродвигуна всіх напруг повинні мати, крім того, електричне блокування зі своїми ЗН.

На ЗН лінійних роз'єднувачів з боку лінії дозволено мати тільки механічне блокування із приводом свого роз'єднувача і пристосування для замикання ЗН замками у вимкненому положенні.

Пристрій оперативного блокування можна виконувати із застосуванням будь-якої елементної бази у вигляді локального пристрою оперативного блокування або в складі автоматизованої системи керування технологічними

процесами (АСКТП) ПС (РП).

У РУ однакової напруги блокування ЗН усіх приєднань виконують однотипним.

Приводи роз'єднувачів, доступні для некваліфікованих працівників, потрібно забезпечувати пристосуванням для замикання їх замками у вимкненому і увімкненому положеннях.

4.2.24. РУ і ПС потрібно обладнувати стаціонарними ЗН відповідно до вимог безпеки заземлення апаратів і ошиновки без застосування переносних заземлю-вальних провідників, за винятком умов, наведених у 4.2.25.

У РУ напругою 3 кВ і вище стаціонарні ЗН потрібно розміщувати таким чином, щоб персонал, який працює на струмовідних частинах будь-яких ділянок приєднань і збірних шин, був захищений ЗН з усіх боків, звідки може бути подано напругу. ЗН дозволено відділяти від струмовідних частин, на яких безпосередньо працює персонал, вимкненими вимикачами, роз'єднувачами, відділювачами, вимикачами навантаження або зняттям запобіжників, демонтажем шин чи проводів.

Додаткове заземлення на струмовідній частині безпосередньо на робочому місці потрібно передбачати в тих випадках, коли ці частини можуть бути під наведеною напругою (потенціалом).

Кожна секція (система) збірних шин РУ напругою 6 кВ і вище повинна мати два комплекти ЗН. За наявності трансформаторів напруги заземлення збірних шин потрібно здійснювати ЗН роз'єднувачів трансформаторів напруги.

На випадок виведення ЗН у ремонт на роз'єднувачах, оснащених ЗН, потрібно передбачати другі комплекти ЗН на інших роз'єднувачах даної ділянки схеми, розташованих з боку можливого подавання напруги. Остання вимога не стосується:

- ЗН з боку ліній лінійних роз'єднувачів (за відсутності обхідної системи шин чи ремонтної перемички з боку ПЛ);
- ЗН, установлених як самостійні апарати окремо від роз'єднувачів;
- ЗН у колі секційного зв'язку КРУ.

Дозволено на ЗН лінійних роз'єднувачів з боку лінії мати привід з дистанційним керуванням для запобігання травмуванню персоналу в разі помилкового увімкнення їх за наявності на лінії напруги.

4.2.25. Застосування переносних захисних заземлювальних провідників дозволено передбачати в таких випадках:

- для захисту від наведеної напруги;
- у діючих установках, де ЗН не може бути встановлено за умовами компоновання або конструкції електроустановки;
- на ділянках схеми, де ЗН встановлені окремо від роз'єднувачів, на час ремонту ЗН;
- у разі роботи на лінійних роз'єднувачах і на устаткуванні, розташованому з боку ПЛ до лінійного роз'єднувача (конденсаторах зв'язку, високочастотних загороджувачах тощо).

У місцях, де стаціонарні ЗН не можуть бути застосовані, на струмовідних і заземлювальних шинах потрібно підготовлювати контактні поверхні для приєднання переносних заземлювальних провідників.

4.2.26. Сітчасті та змішані огорожі струмовідних частин і електроустаткування повинні мати висоту над рівнем планування ВРУ і встановлених просто неба трансформаторів 2 м або 1,6 м (з урахуванням 4.2.54 і 4.2.55), а над рівнем підлоги для ЗРУ і трансформаторів, установлених усередині будівлі, -1,9 м; сітки повинні мати отвори розміром не більше ніж 25 мм х 25 мм, а також пристосування для замикання їх на замок. Нижню кромку цих огорож у ВРУ потрібно розташовувати на висоті від 0,1 м до 0,2 м, а в ЗРУ - на рівні підлоги.

На вході в камери вимикачів, силових трансформаторів та інших апаратів для оглядання камер за наявності напруги на струмовідних частинах як додатковий захід дозволено застосовувати бар'єри. Бар'єри повинні бути знімними і встановленими на висоті 1,2 м. Відстані від бар'єрів до відкритих струмовідних частин визначають відповідно до вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок.

За висоти підлоги камер над рівнем землі понад 0,3 м потрібно залишати між дверима та бар'єром відстань не менше ніж 0,5 м або передбачати оглядову площадку перед дверима.

4.2.27. Показчики рівня та температури оливи оливонаповнених силових трансформаторів і апаратів та інші показчики, які характеризують стан устаткування, потрібно розміщати таким чином, щоб було забезпечено зручні та безпечні умови для доступу до них і спостереження за ними без

зняття напруги (наприклад, з боку входу в камеру).

Для відбирання проб оливи відстань від рівня підлоги або поверхні землі до крана силового трансформатора або апарата повинна бути не менше ніж 0,2 м або потрібно передбачати відповідний приямок.

4.2.28. Кола захисту, автоматики, вимірювання, сигналізації і освітлення, прокладені по електротехнічних пристроях (устаткуванню) з оливним наповненням, потрібно виконувати проводами з оливостійкою ізоляцією.

4.2.29. Установлені просто неба силові трансформатори, реактори і конденсатори для зменшення нагрівання прямими променями сонця потрібно фарбувати в світлі тони фарбами без металевих добавок, стійкими до впливу атмосфери та оливи.

4.2.30. ПС, РП і РУ потрібно обладнувати електричним освітленням з дотриманням вимог розділу 6 ПУЕ:2006. Освітлювальну арматуру встановлюють таким чином, щоб було забезпечено її безпечне обслуговування.

4.2.31. ПС, РП і РУ потрібно обладнувати засобами зв'язку згідно з прийнятою системою обслуговування.

4.2.32. Компонування і конструктивне виконання ВРУ, ЗРУ і ЗПС повинні передбачати можливість застосування механізмів, у тому числі спеціальних, для виконання монтажних, ремонтних робіт і технічного обслуговування електроустаткування.

4.2.33. Відстань між устаткуванням, ошиновкою РУ (ПС) і деревами висотою понад 4 м повинна бути такою, щоб запобігти пошкодженню устаткування та ошиновки в разі падіння дерева (з урахуванням висоти дерев через 25 років росту).

Відстані від конструкцій, обладнання та огорожі ПС, РП, ЗРУ і ЗПС до меж лісового масиву, місць розроблення і відкритого залягання торфу потрібно приймати відповідно до вимог чинних НД з протипожежного захисту.

4.2.34. ПС і РП з черговим персоналом потрібно забезпечувати питною водою спорудженням господарсько-питного водопроводу, артезіанських свердловин або колодязів.

У разі непридатності води в колодязях для споживання або в разі розташування ПС (РП) на скельних ґрунтах потрібно доставляти воду на ПС (РП) пересувними засобами.

4.2.35. На ПС (РП) із черговим персоналом, що мають водопровід, потрібно влаштовувати утеплені вбиральні з каналізацією. На ПС (РП) із черговим персоналом у разі відсутності поблизу каналізаційних магістралей дозволене спорудження місцевих каналізаційних пристроїв.

На ПС і РП напругою 35 кВ і вище (за винятком ЩТП і СП) без чергового персоналу дозволено споруджувати неутеплені вбиральні з водонепроникними приямками.

На ПС і РП напругою 110 кВ і вище без чергового персоналу, розташованих поблизу існуючих систем водопостачання і каналізації (на відстані до 0,5 км), у будинку загальнопідстанційного пункту керування (ЗПК) потрібно передбачати санітарні каналізаційні вузли.

4.2.36. Територію відкритої ПС (РП) напругою від 35 кВ до 750 кВ потрібно обгороджувати зовнішньою огорожею висотою не менше ніж 1,8 м.

Огорожу потрібно виконувати суцільною (переважно із залізобетонних конструкцій), по верху огорожі встановлювати козирок із ниток колючого дроту (або інших засобів) з нахилом у бік ПС (РП). Колючий дріт дозволено не передбачати, якщо замість нього монтують елементи периметральної охоронної сигналізації.

Огорожу відкритих ПС (РП) потрібно виконувати із суцільними металевими воротами та хвірткою, конструкція яких повинна унеможливити вільне проникнення на територію ПС (РП). Ворота і хвіртки потрібно закривати на внутрішній замок.

Конструктивні елементи огорожі повинні мати між собою металевий зв'язок. Заземлення зовнішньої огорожі улаштовують з дотриманням вимог глави 1.7 ПУЕ:2006.

Закриті ПС (РП) може бути обгороджено за потреби.

4.2.37. На території ПС напругою 110 кВ і вище з черговим персоналом потрібно обгороджувати ВРУ та силові трансформатори внутрішньою огорожею висотою 1,6 м (див. також 4.2.55).

ВРУ різних напруг і силові трансформатори можуть мати загальну огорожу.

У разі розташування ВРУ (ПС) на території електростанції ці ВРУ (ПС) потрібно обгороджувати внутрішньою огорожею висотою 1,6 м.

Допоміжні споруди (майстерні, склади, ЗПУ тощо), розташовані на території ВРУ, потрібно обгороджувати внутрішньою огорожею висотою 1,6 м.

Внутрішні огорожі можуть бути суцільними, сітчастими або ґратчастими.

4.2.38. На території ВРУ і ПС, на яких у нормальних умовах експлуатації із апаратної оливогосподарства, із складів оливи, із машинних приміщень, а також із оливонаповнених силових трансформаторів і вимикачів у період проведення ремонтних та інших робіт можуть мати місце витіки оливи, потрібно передбачати пристрої для збирання і видалення оливи для унеможливлення розтікання її по території і потрапляння у водойми.

4.2.39. Відстані від електроустановки до вибухонебезпечних зон і приміщень приймають згідно з вимогами відповідних розділів НПАОП 40.1-1.32.40 «Правил будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

4.2.40. Для живлення пристроїв захисту, автоматики, сигналізації, дистанційного керування комутаційними апаратами, оперативного блокування тощо на ПС (РП) може бути застосовано постійний, випрямлений та змінний оперативний струм.

На ПС (РП) нового будівництва напругою 110 кВ і вище з вимикачами на ВН потрібно застосовувати постійний оперативний струм. На тупикових ПС напругою від 110 кВ до 220 кВ, на ПС напругою від 35 кВ до 220 кВ без вимикачів на ВН і з вимикачами на середню напругу (СН) і нижчу напругу (НН) з електромагнітними приводами, а також на ПС напругою 35 кВ з вимикачами на ВН і НН з електромагнітними приводами дозволено застосовувати випрямлений оперативний струм.

На ПС напругою від 35 кВ до 220 кВ без вимикачів на ВН і з вимикачами на СН і НН з пружинними приводами, а також на ПС напругою 35 кВ з

вимикачами на ВН і НН з пружинними приводами дозволено застосовувати змінний оперативний струм.

На ПС (РП) з вищою напругою 6 кВ і 10 кВ застосовують переважно змінний оперативний струм.

4.2.41. На всіх приєднаннях одного РУ напругою 6 кВ і вище потрібно застосовувати одну систему оперативного струму. Змішану систему оперативного струму дозволено використовувати на ПС, які реконструюють.

ВІДКРИТІ РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ

4.2.42. У ВРУ напругою 110 кВ і вище потрібно передбачати проїзд уздовж вимикачів для пересувних монтажно-ремонтних механізмів і пристосувань, а також пересувних лабораторій. Під час визначення габаритів проїздів потрібно враховувати розміри застосовуваних пристосувань і механізмів. Однак габарит проїзду повинен бути не менше ніж 4 м за шириною та не менше ніж 5 м за висотою від рівня полотна дороги.

4.2.43. З'єднання гнучких проводів у прогонах потрібно виконувати обпресуванням за допомогою з'єднувальних затискачів, а з'єднання в петлях біля опор, приєднання відгалужень у прогоні і приєднання до апаратних затискачів - обпресуванням або зварюванням. У цьому разі приєднання відгалужень у прогоні треба виконувати без розрізування проводів прогону.

Паяння і скручування проводів заборонено.

Болтове з'єднання дозволене тільки на затискачах апаратів і на відгалуженнях до обмежувачів перенапруг (ОПН) або розрядників вентильних (РВ), конденсаторів зв'язку і трансформаторів напруги, а також для тимчасових установок, для яких застосування нерознімних з'єднань вимагає великого обсягу робіт під час перемонтажу шин.

Ізоляційні підвіси для кріплення шин у ВРУ потрібно застосовувати переважно одноланцюговими. Якщо одноланцюговий підвіс не задовольняє умови механічних навантажень, то застосовують дволанцюговий з роздільним кріпленням ланцюгів до траверси (опори). У разі застосування дволанцюгових ізоляційних підвісів потрібно передбачати механічне з'єднання між ланцюгами підвісів з боку проводів.

Застосування подільних (врізних) підвісів у прогоні ошиновки не дозволене, за винятком підвісів, за допомогою яких здійснюють кріплення високочастотних загороджувачів.

Закріплення гнучких шин і тросів у натяжних і підтримувальних затискачах стосовно міцності повинне відповідати вимогам, наведеним у 2.5.109 і 2.5.114 глави 2.5 ПУЕ:2006.

4.2.44. З'єднання жорстких шин у прогоні та відгалуження від них у прогоні потрібно виконувати зварюванням.

4.2.45. Відгалуження від збірних шин ВРУ потрібно розташовувати нижче збірних шин.

Підвішувати ошиновку одним прогоном над двома і більше секціями шин або системами збірних шин заборонено.

4.2.46. Механічні навантаження на шини і конструкції від вітру та

ожеледі, а також розрахункові температури повітря потрібно визначати для ВРУ відповідно до карт кліматичного районування і вимог глави 2.5 ПУЕ:2006 до ПЛ залежно від класу безвідмовності установки, з огляду на те, що напруга ВРУ є показником відповідності класу ПЛ з безвідмовності.

Кліматичні навантаження на шини і конструкції ВРУ НН на ПС напругою від 330 кВ до 750 кВ, від шин яких живлять власні потреби ПС, потрібно приймати за класом безвідмовності для ПЛ напругою від 330 кВ до 750 кВ відповідно до глави 2.5 ПУЕ:2006.

Під час визначення механічних навантажень на конструкції задругою групою граничних станів потрібно додатково враховувати масу людини з інструментами і монтажними пристосуваннями в разі застосування:

- натяжних ізоляційних підвісів - 2,0 кН;
- підтримувальних ізоляційних підвісів - 1,5 кН;
- опорних ізоляторів - 1,0 кН.

Вагове навантаження від спусків до апаратів ВРУ не повинне спричинити недопустимі механічні напруження і недопустиме зближення проводів за розрахункових кліматичних умов.

4.2.47. Коефіцієнт запасу механічної міцності в разі навантажень, які відповідають 4.2.46, потрібно приймати:

- для гнучких шин - не менше ніж 3 стосовно їх тимчасового опору розриву;
- для ізоляційних підвісів - не менше ніж 4 стосовно гарантованого мінімального руйнівного навантаження цілого ізолятора (механічного або електромеханічного залежно від вимог стандартів на застосований тип ізолятора);
- для зчипної арматури гнучких шин - не менше ніж 3 стосовно мінімального руйнівного навантаження.

Розрахункові механічні зусилля, які передаються в разі КЗ жорсткими шинами на опорні ізолятори, потрібно приймати з дотриманням вимог глави 1.4 « Правил устроювання електроустановок » і вимог чинного міждержавного стандарту з методів розрахунку електродинамічної та термічної дії струму КЗ.

4.2.48. Опори для кріплення шин ВРУ потрібно розраховувати як проміжні або кінцеві згідно з главою 2.5 ПУЕ:2006. Проміжні опори, які тимчасово використовують як кінцеві, має бути посилено за допомогою відтяжок.

4.2.49. На ПС (РП) напругою 35 кВ і вище для кріплення гнучкої ошиновки потрібно застосовувати ізоляційні підвіси з фарфорових, скляних або полімерних ізоляторів залежно від кліматичних умов і умов забруднення. Перевагу потрібно віддавати застосуванню скляних або полімерних ізоляторів.

Конструкцію ізоляційних підвісів і кількість опорних ізоляторів для кріплення ошиновки, а також зовнішню ізоляцію електрообладнання РУ потрібно вибирати з урахуванням 4.2.163 і глави 1.9 ПУЕ:2006.

4.2.50. Компонування ВРУ напругою від 35 кВ до 220 кВ потрібно виконувати переважно без верхнього ярусу шин над вимикачами. Для ВРУ напругою 330 кВ і вище ця вимога є обов'язковою.

4.2.51. Найменші відстані в просвіті між неізольованими струмовідними

частинами різних фаз, від неізолюваних струмовідних частин до землі, заземлених конструкцій та огорожень, а також між неізолюваними струмовідними частинами різних кіл потрібно приймати згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.1-4.2.10).

У разі якщо в електроустановках, розташованих на високогір'ї, відстані між фазами збільшують порівняно з наведеними в табл. 4.2.1 за результатами перевірки на корону, відповідно потрібно збільшувати і відстані до заземлених частин.

4.2.52 Найменші відстані в просвіті при жорстких шинах (рис. 4.2.1) між струмовідними і заземленими частинами $A_{\Phi-3}$ і між струмовідними частинами різних фаз $A_{\Phi-3}$ потрібно приймати згідно з табл. 4.2.1, а при гнучких шинах (рис. 4.2.5) потрібно визначати за формулами (4.2.1-4.2.3):

$$A_{\Phi-3,Г} = A_{\Phi-3} + a_{\Phi-3,Г} \tag{4.2.1}$$

$$A_{\Phi-3} + a_{\Phi-3} \tag{4.2.2}$$

$$A_{\Phi-3} + a_{\Phi-3} \tag{4.2.3}$$

$$a_{\Phi-3} \tag{4.2.4}$$

де

$$a = l \sin \alpha;$$

l - стріла провисання проводу за температури +15 °С, м;

$$a = \arctg (P/G); \tag{4.2.5}$$

v - лінійне навантаження від ваги проводу на 1 м довжини проводу, Н/м;

P - лінійне навантаження від вітру на 1 м довжини проводу, Н/м.

Під час визначення величини P потрібно приймати вітровий тиск, який відповідає 40% експлуатаційного навантаження на провід від вітру за главою 2.5 ПУЕ:2006.

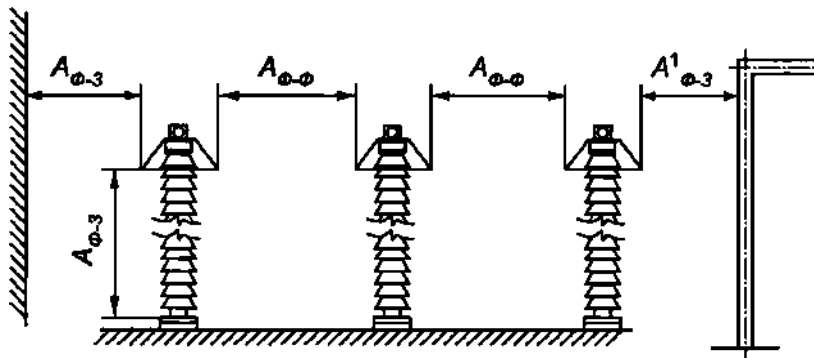


Рис. 4.2.1. Найменші відстані в просвіті при жорстких шинах між струмовідними і заземленими частинами ($A_{\Phi-3}$, $A^1_{\Phi-3}$) та між струмовідними частинами різних фаз ($A_{\Phi-\Phi}$)

4.2.53. Найменші допустимі відстані в просвіті між неізольованими струмовідними частинами сусідніх фаз, які перебувають під напругою, у момент їх найбільшого зближення під дією струмів КЗ повинні відповідати найменшим повітряним проміжкам на ПЛ, прийнятим для найбільшої робочої напруги і наведеним в табл. 2.5.28 глави 2.5 ПУЕ:2006.

На гнучкій ошиновці, виконаній з декількох проводів у фазі, потрібно встановлювати дистанційні розпірки.

$$A_{+3+*} \quad | \Phi I$$

$$A_{\langle K \rangle +a} \quad \underline{A_{*3+a}}$$

Рис. 4.2.2. Найменші відстані в просвіті при гнучких неізовльованих шинах між струмовідними і заземленими частинами та між струмовідними частинами різних фаз, розташованими в одній горизонтальній площині

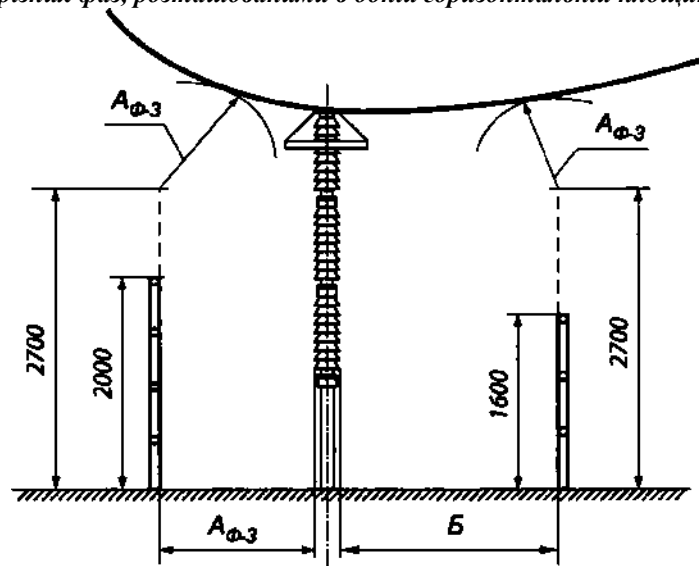


Рис. 4.2.3. Найменші відстані від неізовльованих струмовідних частин і елементів ізоляції, що перебувають під напругою, до внутрішніх огорож

Таблиця 4.2.1. Найменші відстані в просвіті від не ізолюваних струмовідних частин до різних елементів ВРУ (ПС) напругою від 10 кВ до 750 кВ, захищених РВ (у чисельнику) або ОПН (у знаменнику)

Рисунки	Найменування відстані	Позначення	Ізоляційна відстань, мм, для номінальної напруги, кВ									
			до 10	20	35	110	150	220	330	500	750	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
4.2.1 4.2.2 4.2.3	Від струмовідних частин, елементів устаткування та ізоляції, що перебувають під напругою, до протяжних заземлених конструкцій і до постійних внутрішніх огорожень висотою не менше ніж 2 м, а також до стаціонарних екранів між ланками РУ і протипожежних перегородок	^Λ Ф-3	200*	300	400	900 600	130 800	130 120 0	250 200 0	3750	5900	5200
4.2.1 4.2.2	Від струмовідних частин, елементів устаткування та ізоляції, що перебувають під напругою, до заземлених конструкцій: голівка апарата-опора, провід-стояк (траверса), провід-кільце (стрижень)	A* Ф-3	200*	300	400	900 600	130 800	120 180 0	180 2700	3300	5000	4500
4.2.1 4.2.2	Між струмовідними частинами різних фаз		220	330	440	100 750	140 105	200 160	280 220	4200	8000	6500
4.2.3	Від струмовідних частин, елементів устаткування та ізоляції, що перебувають під напругою, до постійних внутрішніх огорожень висотою до 1,6 м	Б	950	1050	1150	165 135 0	205 155 0	255 200 0	325 300 0	4500	6250	5800
4.2.5	Від струмовідних частин, елементів устаткування та ізоляції, що перебувають під напругою, до механізмів і вантажопідійомних машин в робочому і транспортному положеннях, від стропів, вантажозахоплювальних пристроїв і вантажів	Б ¹	1000	1000	1000	1500	2000	2500	3500	4500	6000	
4.2.6	Між струмовідними частинами різних кіл у різних площинах у разі обслуговування нижнього кола і при невимкненому верхньому	В	950	1050	1150	1650	2050 2000	3000 2400	4000 3500	5000	7000	6000

		9									
4.2.4	Від необгороджених струмовідних частин до землі або	2900									
4.2.1	покрівлі будівлі при найбільшому провисанні проводів		<u>3600</u>	<u>4000</u>	<u>4500</u>	<u>5000</u>	<u>6450</u>	<u>8200</u>			
0			<u>3300</u>	<u>3500</u>	<u>3900</u>	<u>4700</u>	<u>6000</u>	<u>7200</u>			
4.2.8	Від струмовідних частин до верхньої кромки зовнішньої	Д	2200	2300	2400	<u>2900</u>	<u>3300</u>	<u>3800</u>	<u>4500</u>	<u>5750</u>	<u>7500</u>
4.2.10	огорожі або до будівлі чи споруди					<u>2600</u>	<u>2800</u>	<u>3200</u>	<u>4000</u>	<u>5300</u>	<u>6500</u>
4.2.6	Між струмовідними частинами різних кіл у різних	Д ¹⁵	2200	2300	2400	<u>2900</u>	<u>3300</u>	<u>3800</u>	<u>4200</u>	<u>5200</u>	<u>7000</u>
4.2.7	площинах, а також між струмовідними частинами різних кіл по горизонталі при обслуговуванні одного кола і невимкненому іншому					<u>2600</u>	<u>2800</u>	<u>3200</u>	<u>3800</u>	<u>4700</u>	<u>6500</u>
4.2.9	15 Для елементів ізоляції, що перебувають під розподіленим потенціалом, ізоляційні відстані потрібно приймати з урахуванням фактичних значень потенціалів у різних точках поверхні ізоляції. Для розподілу потенціалу дозволено умовно приймати прямолінійний закон падіння потенціалу уздовж ізоляції від повної номінальної напруги (з боку струмовідних частин) до нуля (з боку заземлених частин).	Ж	240	365	485	<u>1100</u>	<u>1550</u>	<u>2200</u>	<u>3100</u>	<u>4600</u>	<u>1500</u>
			850	1150	1800	<u>2600</u>	<u>3800</u>	<u>6100</u>			

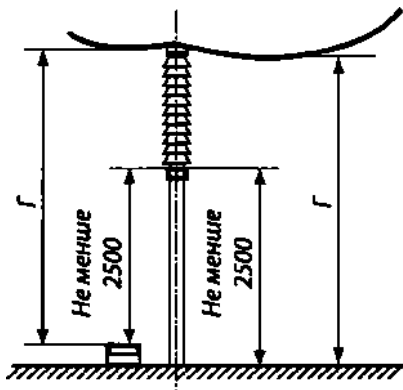


Рис. 4.2.4. Найменші відстані від необгороджених струмовідних частин і від нижньої кромки фарфору (полімерного матеріалу) ізоляторів до землі або наземних комунікаційних споруд

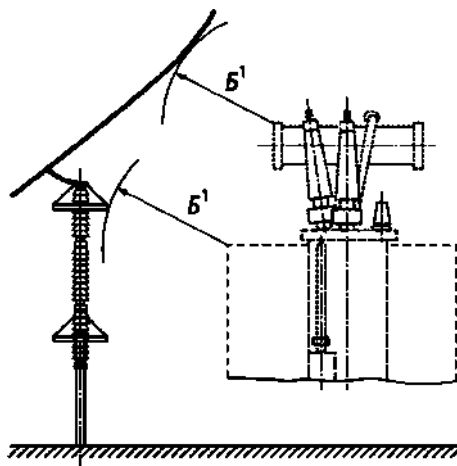


Рис. 4.2.5. Найменші відстані від струмовідних частин до устаткування, яке транспортують

4.2.54. Найменші відстані від неізолюваних струмовідних частин і елементів ізоляторів, що перебувають під напругою (з боку струмовідних частин), до постійних внутрішніх огорожень повинні бути (табл. 4.2.1, рис. 4.2.3):

- по горизонталі - не менше від розміру Б за висоти огорожі 1,6 м і не менше від розміру за висоти огорожі 2,0 м у площині огорожі;
- по вертикалі - не менше від розміру $A\Phi_3$ від точки, розташованої в площині огорожі на висоті 2,7 м від поверхні землі.

4.2.55. Струмовідні частини (уводи, шини, спуски тощо) можуть не мати внутрішніх огорожень, якщо вони розташовані над рівнем планування або наземних комунікаційних споруд, по яких можуть ходити люди (наприклад, плит кабельних каналів або лотків тощо), на висоті не менше значень, що відповідають розміру Г згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.4).

Необгороджені струмовідні частини, що з'єднують конденсатор пристроїв високочастотного зв'язку, телемеханіки і захисту з фільтром, потрібно розташовувати на висоті не менше ніж 2,5 м. У цьому разі фільтри встановлюють на висоті, яка дає змогу робити ремонт (настроювання) фільтра без зняття напруги з устаткування приєднання.

Трансформатори та апарати, в яких нижня кромка фарфору (полімерного матеріалу) ізоляторів розташована над рівнем планування або наземних комунікаційних споруд на висоті не менше ніж 2,5 м, дозволено не огорожувати (див. рис. 4.2.4). За меншої висоти устаткування повинне мати постійні огороження, які задовольняють вимоги 4.2.26 і розташовані від трансформаторів і апаратів на відстанях не менших від наведених у 4.2.54.

4.2.56. Відстані від необгороджених струмовідних частин до габаритів машин, механізмів і устаткування, які транспортують, повинні бути не меншими від розміру B^1 згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.5).

4.2.57. Відстані між найближчими необгородженими струмовідними частинами різних кіл потрібно вибирати за умови безпечного обслуговування одного кола за невимкненого іншого. У разі розташування необгороджених струмовідних частин різних кіл у різних (паралельних або перпендикулярних) площинах відстані по вертикалі повинні бути не меншими від розміру B , а по горизонталі - від розміру D^1 згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.6). У разі наявності різних напруг розміри B і D^1 приймають для більш високої напруги.

Розмір B , визначено за умови обслуговування нижнього кола за невимкненого верхнього, а розмір D^1 - обслуговування одного кола за невимкненого іншого (рис. 4.2.7). Якщо таке обслуговування не передбачають, відстань між струмовідними частинами різних кіл у різних площинах потрібно приймати згідно з 4.2.51 і 4.2.52; у цьому разі потрібно враховувати можливість зближення проводів в умовах експлуатації (під впливом вітру, ожеледі, температури).

4.2.58. Відстані між струмовідними частинами і верхньою кромкою зовнішньої огорожі повинні бути не менше розміру D згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.8). У цьому разі відстані по вертикалі від струмовідних частин до рівня землі поза територією ВРУ (ПС) повинні бути не менше зазначених у 4.2.84.

4.2.59. Відстані від рухомих контактів роз'єднувачів у відімкненому положенні до заземлених частин повинні бути не меншими від розмірів $A\phi_3$ і $A^1\wedge$; до ошиновки своєї фази, приєднаної до другого контакту, - не меншими від розміру $Ж$; від ошиновки інших приєднань - не меншими від розміру B згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.9).

4.2.60. Відстані між струмовідними частинами ВРУ і будівлями або спорудами (ЗРУ, приміщення щита керування тощо) по горизонталі повинні бути не меншими від розміру D , а по вертикалі за найбільшого провисання проводів - не меншими від розміру Γ згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.10).

4.2.61. Прокладання повітряних освітлювальних ліній, повітряних ліній зв'язку і кіл сигналізації над і під струмовідними частинами ВРУ, а також використання конструкцій ПС з блискавковідводами для прокладання повітряних ліній будь-якого призначення заборонене.

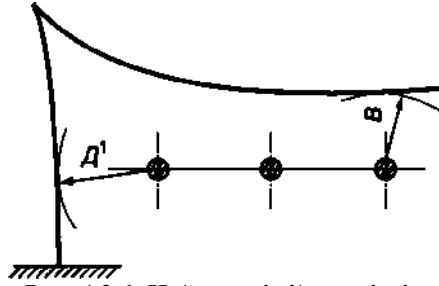


Рис. 4.2.6. Найменші відстані між струмовідними частинами різних кіл, розташованих у різних площинах, з обслуговуванням нижнього кола за невимкненого верхнього

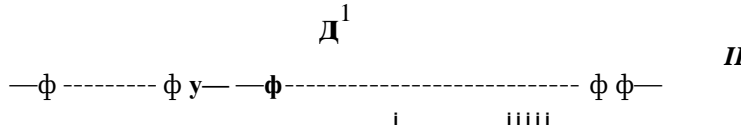


Рис. 4.2.7. Найменші відстані по горизонталі між струмовідними частинами різних кіл з обслуговуванням одного кола за невимкненого іншого

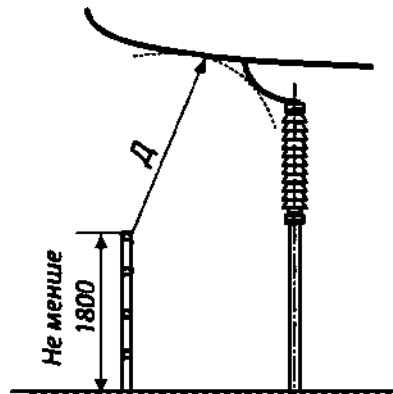


Рис. 4.2.8. Найменші відстані від струмовідних частин до верхньої кромки зовнішньої огорожі

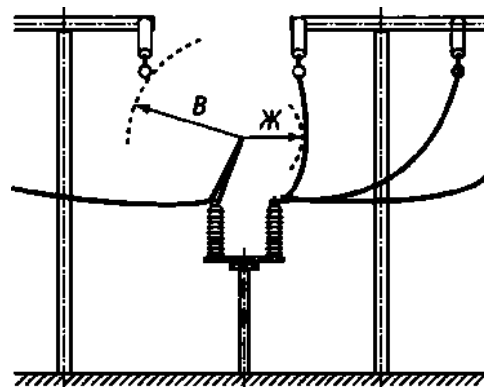


Рис. 4.2.9. Найменші відстані від контактів і ножів роз'єднувачів у вимкненому положенні до струмовідних частин

4.2.62. Відстані від установлених просто неба електротехнічних пристроїв до водоохолоджувачів ПС для розрахункової температури зовнішнього повітря в діапазоні від мінус 20 °С до мінус 36 °С повинні бути не меншими від значень, наведених у табл. 4.2.2.

Для районів з розрахунковими температурами зовнішнього повітря, нижчими за мінус 36 °С наведені в табл. 4.2.2 відстані потрібно збільшувати на 25%, а з температурами, вищими за мінус 20 °С, - зменшувати на 25%. Для об'єктів реконструкції наведені в табл. 4.2.2 відстані дозволено зменшувати не більше ніж на 25%.

4.2.63. Відстані від складів водню до ВРУ, трансформаторів, синхронних компенсаторів повинні бути не менше ніж 50 м; до опор ПЛ - не менше ніж 1,5 висоти опори; до будівель ПС за кількості балонів, які зберігають на складі, до 500 шт., - не менше ніж 20 м, понад 500 шт. - не менше ніж 25 м; до зовнішньої огорожі ПС - не менше ніж 5,5 м.

Таблиця 4.2.2. Найменші відстані від установлених просто неба електротехнічних установок до водоохолоджувачів ПС

Водоохолоджувачі	Відстань, м
Брызкальні пристрої і відкриті градирні	80
Баштові та одновентиляторні градирні	30
Секційні вентиляторні градирні	42

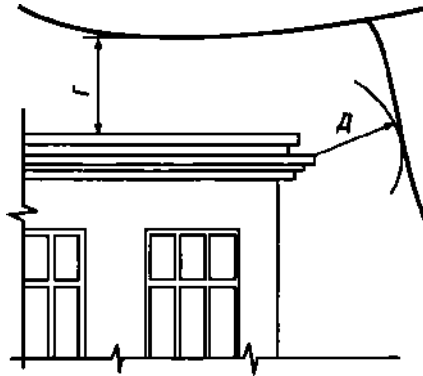


Рис 4.2.10. Найменші відстані між струмовідними частинами та будівлями і спорудами

4.2.64. Протипожежні відстані від оливонаповненого устаткування з масою оливи в одиниці устаткування 60 кг і більше до виробничих і складських будівель з категорією за пожежною небезпекою В, Г і Д на території ПС повинні бути не меншими, ніж:

- 16 м - за ступенів вогнестійкості цих будівель I і II;
- 20 м - за ступенів вогнестійкості III, IIIa, IIIб;
- 24 м - за ступенів вогнестійкості IV, IVa і V.

Зазначені вище вимоги не поширюються на випадки, наведені в 4.2.65.

Відстані від будівлі ЗРУ до інших виробничих і складських будівель ПС повинні бути не менше ніж 7 м. Зазначені відстані не виконують за умови, якщо стіна ЗРУ, яка звернута в бік іншої будівлі, виконана протипожежною з межею вогнестійкості НЕІ 150.

Відстані від оливонаповненого устаткування РУ ПС до будівель ЗРУ та інших технологічно пов'язаних будівель і споруд (щитів, КБ, СТК тощо) визначають з урахуванням технологічних вимог.

Відстані від оливонаповненого електроустаткування до вибухонебезпечних зон і приміщень потрібно приймати відповідно до НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

4.2.65. У разі встановлення біля стіни виробничої або складської будівлі категорії ГІД оливних силових трансформаторів з масою оливи 60 кг і більше, що обслуговують ці будівлі, на відстані від них більше ніж 10 м спеціальні вимоги до стін, вікон і дверей будинків не пред'являють. У разі встановлення зазначених трансформаторів на відстані менше ніж 10 м від стіни і в межах ділянок шириною Б (рис. 4.2.11) потрібно дотримуватися таких вимог:

- у межах першого поверху в стінах будівлі не повинно бути вікон і дверей;
- на другому і третьому поверхах стіни будівлі дозволено мати протипожежні вікна з межею вогнестійкості не менше ніж ЕІ60. Вище третього поверху дозволено мати вікна, що відчиняються всередину приміщення, з прорізами, захищеними зовні металевою сіткою з отворами розміром не більше ніж 25 мм x 25 мм;
- стіну будівлі з боку силових трансформаторів потрібно виконувати протипожежною з межею вогнестійкості КЕІ 150. Стіна повинна перевищувати

покрівлю будівлі не менше ніж на 0,6 м, якщо хоча б один з елементів покриття, за винятком покрівлі, виконано з матеріалів груп горючості Г3 або Г4; на 0,3 м, якщо хоча б один з елементів покриття, за винятком покрівлі виконано, з матеріалів груп горючості Г1 або Г2. Протипожежна стіна може не перевищувати покрівлю, якщо всі елементи, за винятком покрівлі, виконані з негорючих матеріалів;

- виконувати вентиляційні приймальні отвори в стіні будівлі заборонено; витяжні отвори з викидом незабрудненого повітря дозволено виконувати на висоті вище першого поверху. Виконувати вентиляційні отвори в огорожувальних конструкціях кабельних приміщень із боку трансформаторів на ділянці шириною Б заборонено;

- відстань у просвіті між найбільш виступаючими частинами трансформаторів

Істіною будівлі повинна бути не менше ніж 0,8 м;

- уздовж усіх основних силових трансформаторів потрібно передбачати проїзд шириною не менше ніж 3,5 м або пожежний під'їзд до кожного з них.

Наведені на рис. 4.2.11 розміри *a*, *b* і *A* приймають до найбільш виступаючих частин трансформаторів на висоті до 1,9 м від поверхні землі. За одиничної потужності силових трансформаторів до 1,6 МВ • А відстань *в* приймають не менше ніж 1,5 м, а для трансформаторів за одиничної потужності понад 1,6 МВ • А - не менше ніж 2,0 м. Відстань *б* приймають згідно з 4.2.112.

Вимоги цього пункту поширюються також на КТП, установлені просто неба.

4.2.66. Відстані від житлових і громадських будинків до ПС потрібно приймати відповідно до вимог державних будівельних норм з містобудування.

4.2.67. Для запобігання розтіканню оливи і поширенню пожежі під час пошкодження оливозаповнених силових трансформаторів (шунтувальних реакторів) з кількістю оливи понад 1 т в одиниці (в одному баку) потрібно застосовувати оливоприймачі з відведенням оливи оливодводами в оливозбірники. Для трансформаторів (реакторів) потужністю до 10 МВ•А і оливозаповнених бакових вимикачів напругою 110 кВ і вище дозволено виконувати оливоприймачі без відведення оливи.

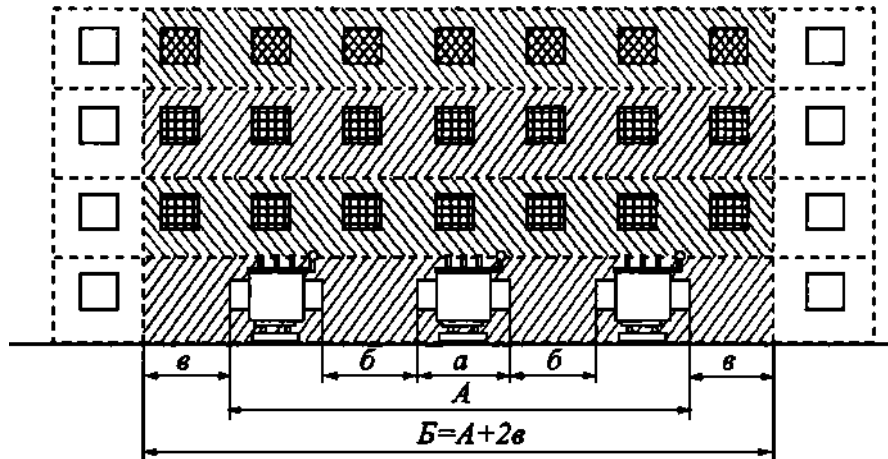
Об'єм оливоприймача з відведенням оливи потрібно розраховувати на приймання 100% оливи, залитої в трансформатор (реактор).

Об'єм оливоприймача без відведення оливи потрібно розраховувати на приймання 100% оливи, залитої в трансформатор (реактор), і 80% води засобів пожежегасіння з розрахунку зрошення площ оливоприймача і бічної поверхні трансформатора (реактора) з інтенсивністю 0,2 л/см² протягом 30 хв.

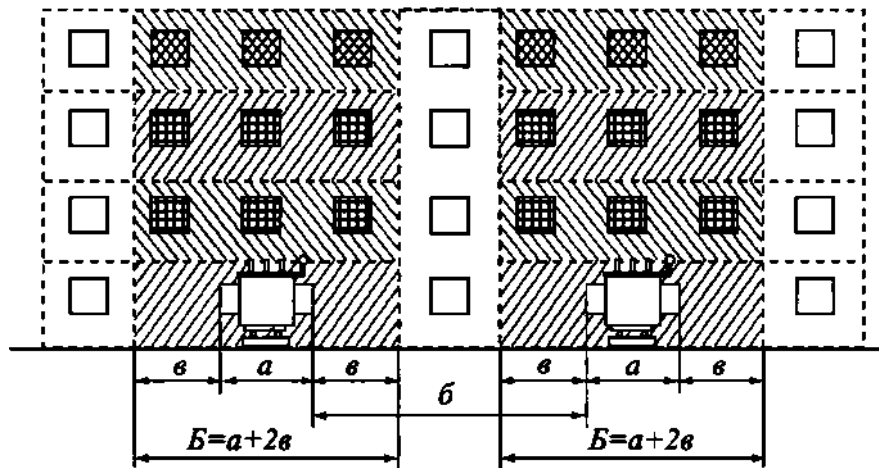
Об'єм оливоприймача для бакових вимикачів потрібно розраховувати на приймання 80% оливи, що знаходиться в одному баку.

Габарити оливоприймача повинні виступати за габарити одиничного устаткування не менше ніж на 0,6 м за маси оливи до 2 т; 1,0 м - за маси оливи понад 2 т до 10 т; 1,5 м - за маси понад 10 т до 50 т; 2,0 м - за маси понад 50 т. У цьому разі габарит оливоприймача дозволено приймати меншим на 0,5 м з боку стіни або перегородки, розташовуваної від трансформатора (реактора) на відстані менше ніж 2,0 м.

Перший варіант



Другий варіант



I I Звичайне
I—' вікно

Вікно, що не
відчиняють, з
армованим склом

Вікно, що відчиняють у
середину будинку, з металевою
сіткою зовні

Рис. 42.11. Вимоги до відкритого встановлення оливних силових трансформаторів біля виробничих та складських будівель категорій ГІД

Оливоприймачі з відведенням оливи може бути виконано як заглибленого типу (дно нижче рівня навколишнього планування землі), так і незаглибленого типу (дно на рівні навколишнього планування землі).

Незаглиблений оливоприймач потрібно виконувати у вигляді бортових огорожень оливонаповненого електроустановки. Висота бортових огорожень повинна бути не менше ніж 0,25 м і не більше ніж 0,5 м над рівнем навколишнього планування землі.

У разі виконання заглибленого оливоприймача облаштування бортових огорожень дозволено не виконувати.

Дно оливоприймача (заглибленого і незаглибленого) повинне мати ухил не менше ніж 0,005 у бік напрямку і бути засипаним чистим гравієм чи промитим гранітним щебенем або непористим щебенем іншої породи із частками розміром від 30 мм до 70 мм, Товщина засипки повинна бути не менше ніж 0,25 м.

Верхній рівень гравію (щебеню) повинен бути не менше ніж на 7,5 см нижче верхнього краю борта (у разі улаштування оливоприймачів з бортовими огороженнями) або рівня навколишнього планування (у разі улаштування оливоприймачів без бортових огорожень).

Дозволено не засипати дно оливоприймачів по всій площі гравієм. У цьому разі на системах відведення оливи від трансформаторів (реакторів) потрібно передбачати установлення вогнеперегороджувачів.

Оливоприймачі без відведення оливи в оливозбірник потрібно виконувати заглибленої конструкції з металевою решіткою, поверх якої потрібно насипати шар чистого гравію чи промитого гранітного щебеню або непористого щебеню іншої породи із частками розміром від 30 мм до 70 мм товщиною не менше ніж 0,25 м. Крім того, потрібно передбачати пристрої для видалення оливи і води з оливоприймачів та контролю наявності оливи і води в оливоприймачі.

Облаштування оливоприймачів і оливодвідів повинне унеможливити витікання оливи чи оливоводної емульсії з одного оливоприймача в інший, розтікання оливи по кабельних та інших підземних спорудах, поширення пожежі, засмічення оливодводу і забивання його снігом, льодом тощо.

У разі встановлення оливонаповненого електроустановки на перекритті будівлі (споруди) облаштування оливодвідів є обов'язковим.

Оливодводи повинні забезпечити відведення із оливоприймача оливи і води, застосовуваної для гасіння пожежі автоматичними стаціонарними установками, в об'ємі 50% оливи і повного об'єму води за час не більше ніж 15 хв на безпечну в пожежному відношенні відстань від устаткування і споруд (але не менше ніж на 10 м). Оливодводи дозволено виконувати у вигляді підземних трубопроводів або відкритих кюветів і лотків.

Об'єм оливозбірників залежно від групи електричних ПС (додаток А) повинен становити:

- для відкритих ПС I групи - 100% об'єму оливи одиничного устаткування, що вміщує найбільшу кількість оливи, і 80% розрахункового об'єму води, застосовуваної для автоматичного пожежегасіння силового трансформатора (реактора);

- для закритих ПС I групи - 100% об'єму оливи одиничного устаткування, що вміщує найбільшу кількість оливи, і 100% розрахункового об'єму води,

застосовуваної для автоматичного пожежегасіння силового трансформатора;

- для відкритих ПС II групи - 100% об'єму оливи одиничного устаткування, що вміщує найбільшу кількість оливи, і 80% розрахункового об'єму води, застосовуваної для пожежегасіння із пожежних гідрантів;

- для закритих ПС II групи - 100% об'єму оливи одиничного устаткування, що вміщує найбільшу кількість оливи, і 80% розрахункового об'єму води, застосовуваної для внутрішнього пожежегасіння будівлі ЗПС;

- для ПС III групи - 100% об'єму оливи одиничного устаткування, що вміщує найбільшу кількість оливи, і додатково 20 м³ (запас).

Оливозбірники потрібно передбачати закритого типу. Вимоги цього пункту не поширюються на силові трансформатори (реактори) з елегазовим наповненням.

4.2.68. На ПС з установленими просто неба силовими трансформаторами напругою 110 кВ і 150 кВ одиничною потужністю 63 МВ·А і більше, з трансформаторами напругою 220 кВ і вище незалежно від потужності, на ПС із синхронними компенсаторами, а також на закритих ПС напругою 110 кВ і вище з трансформаторами одиничною потужністю менше 63 МВ·А для гасіння пожежі потрібно передбачати протипожежний водопровід. Як джерело постачання води для протипожежного водопроводу потрібно використовувати існуючі зовнішні водопровідні мережі, водосховища, річки, ставки тощо, а за їх відсутності - спеціально передбачені резервуари або штучні водоймища.

На ПС із установленими просто неба силовими трансформаторами напругою від 35 кВ до 150 кВ одиничною потужністю менше за 63 МВ · А протипожежний водопровід і протипожежні резервуари (водоймища) не передбачають.

4.2.69. Комплектну розподільчу установку зовнішнього установлення (КРУЗ) і КТП з установленням їх просто неба потрібно розташовувати на спланованій площадці на висоті не менше ніж 0,2 м від рівня планування з ви конанням біля шаф площадки для обслуговування. У районах, підданих сніжним заметам, дозволено КРУЗ і КТП установлювати просто неба на висоті не менше ніж 1,0 м.

Розташування КРУЗ і КТП повинне забезпечувати зручне викочування і транспортування трансформаторів і викочуваної частини камер.

ЗАКРИТІ РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ В ПІДСТАНЦІЇ

4.2.70. ЗРУ і ПС можуть бути встановлені як в окремо розташованих будівлях, так і бути вбудованими і прибудованими. Прибудову ПС (РУ) до існуючої будівлі з використанням стіни будівлі як стіни ПС (РУ) дозволено за умови вжиття заходів, які запобігають порушенню гідроізоляції стику внаслідок осідання прибудованої ПС (РУ).

Додаткові вимоги до спорудження вбудованих і прибудованих ПС у житлових і громадських будинках наведено в НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

4.2.71. ЗРУ різних класів напруг потрібно розміщувати в окремих приміщеннях. Ця вимога не поширюється на КТП напругою 35 кВ і нижче.

Дозволено розміщувати РУ напругою до 10 кВ в одному приміщенні з РУ напругою понад 1 кВ за умови, що ці РУ буде експлуатувати одна організація.

Приміщення РУ, силових трансформаторів, перетворювачів тощо потрібно відділяти від службових та інших допоміжних приміщень.

Приміщення РУ, в якому встановлені КРУЕ або елегазові вимикачі напругою 35 кВ і вище, а також приміщення для їх ревізії та ремонту повинно бути ізольоване від інших приміщень.

4.2.72. У приміщенні ЗРУ напругою 35 кВ і вище і в закритих камерах силових трансформаторів потрібно передбачати стаціонарні пристрої або можливість застосування пересувних чи інвентарних вантажопідійомних пристроїв для механізації ремонтних робіт і технічного обслуговування устаткування.

У приміщенні КРУ потрібно передбачати площадку для ремонту і налагодження викочуваних елементів, якщо для цього не передбачено окремих приміщень.

4.2.73. У разі розміщення в ЗРУ блоків КРУЕ потрібно передбачати площадки обслуговування блоків на різних рівнях, якщо такі площадки не постачають заводи-виробники.

4.2.74. Трансформаторні приміщення і ЗРУ заборонено розміщувати:

- безпосередньо над і під приміщеннями із вибухонебезпечними зонами будь-якого класу;
- під приміщеннями виробництв із мокрим технологічним процесом, під душовими, вбиральнями, ванними тощо;
- безпосередньо над і під приміщеннями, в яких у межах площі, займаної РУ або приміщеннями з оливними силовими трансформаторами, одночасно може перебувати більше ніж 50 осіб. Ця вимога не поширюється на трансформаторні приміщення із трансформаторами сухими або з негорючим екологічно чистим наповненням.

4.2.75. Ізоляцію уводів, а також ізоляторів гнучких і жорстких відкритих установлених просто неба струмопроводів генераторів напругою від 6 кВ до 10 кВ потрібно вибирати на номінальну напругу 20 кВ, за напруги від 13,8 кВ до 24 кВ - на напругу 35 кВ. У разі розміщення ізоляторів в умовах забрудненої атмосфери їхню номінальну напругу вибирають з урахуванням ступеня забруднення.

4.2.76. Відстані в просвіті між неізольованими струмовідними частинами різних фаз, від неізольованих струмовідних частин до заземлених конструкцій і огорож, підлоги і рівня землі, а також між необгородженими струмовідними частинами різних кіл повинні бути не менше значень, наведених у табл. 4.2.3 (рис. 4.2.12-4.2.15).

Гнучкі шини в ЗРУ потрібно перевіряти на їх зближення під дією струмів КЗ згідно з 4.2.53.

4.2.77. Відстань від рухомих контактів роз'єднувачів у вимкненому положенні до неізольованої ошиновки своєї фази, приєднаної до другого контакту, повинна бути не менше від розміру Ж згідно з табл. 4.2.3 (рис. 4.2.14).

4.2.78. Неізольовані струмовідні частини потрібно захищати від випадкових доторкань розміщенням їх у камерах або обгородженням їх сітками тощо.

У разі розміщення неізольованих струмовідних частин поза камерами і розташування їх нижче від розміру Д згідно з табл. 4.2.3 від підлоги їх потрібно відгороджувати. Висота проходу під горизонтальним загородженням повинна бути не менше ніж 1,9 м (рис. 4.2.15).

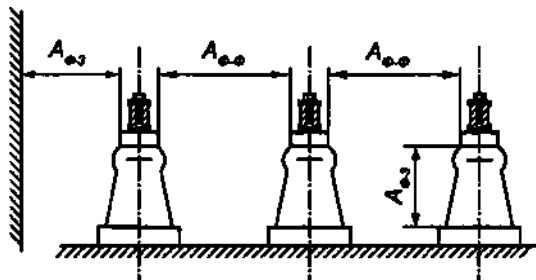


Рис. 4.2.12. Найменші відстані в проєкті між неізолюваними струмовідними частинами різних фаз у ЗРУ та між ними і заземленими частинами

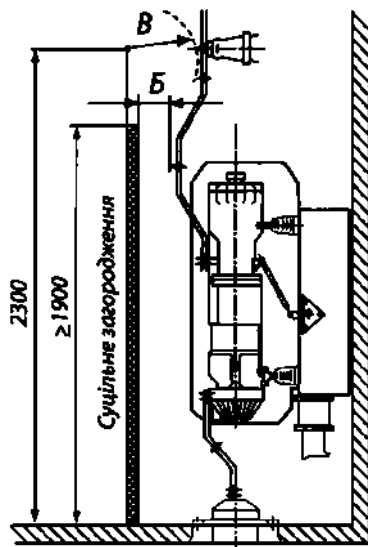


Рис. 4.2.13. Найменші відстані між неізолюваними струмовідними частинами в ЗРУ і суцільними загородженнями

Струмовідні частини, розташовані вище загородження до висоти 2,3 м від підлоги, потрібно розташовувати від площини загородження на відстанях, наведених у табл. 4.2.3 для розміру В (рис. 4.2.14).

Необгороджені струмовідні частини, що з'єднують конденсатор пристроїв високочастотного зв'язку, телемеханіки і захисту з фільтром, потрібно розміщати на висоті не менше ніж 2,2 м. У цьому разі фільтр потрібно встановлювати на висоті, яка дає змогу провадити ремонт (настройку) фільтра без зняття напруги з устаткування приєднань.

Апарати, в яких нижня кромка фарфору (полімерного матеріалу) ізоляторів розташована над підлогою на висоті 2,2 м і більше, дозволено не обгороджувати,

якщо дотримане виконання наведених вище вимог.

Застосовувати бар'єри як загороження струмовідних частин у обгороджених камерах заборонено.

4.2.79. Необгороджені неізолювані струмовідні частини різних кіл, які перебувають на висоті, що перевищує розмір D згідно з табл. 4.2.3, потрібно розташовувати на такій відстані одна від одної, щоб після вимикання будь-якого кола (наприклад, секції шин) було забезпечене його безпечне обслуговування за наявності напруги на сусідніх колах. Зокрема, відстань між необгородженими струмовідними частинами, розташованими із двох боків коридора обслуговування, повинна відповідати розміру Γ згідно з табл. 4.2.3 (рис. 4.2.14).

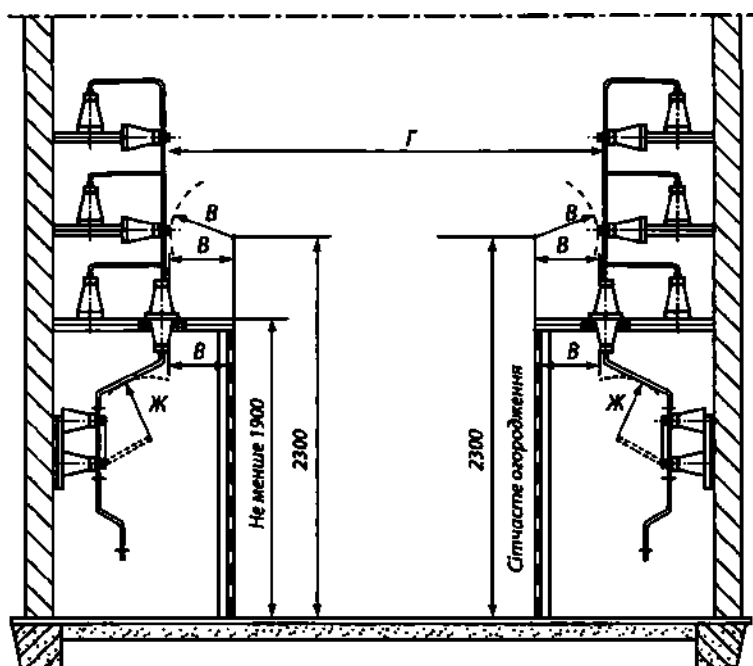


Рис. 4.2.14. Найменші відстані від неізолюваних струмовідних частин в ЗРУ до сітчастих загорожень і між необгородженими струмовідними частинами різних кіл

4.2.80. Ширина коридора обслуговування ЗРУ (за винятком ЗРУ з установленням КРУ з викочуваними елементами) повинна забезпечувати зручне обслуговування установки і переміщення устаткування, у цьому разі його ширина в провітрі між вертикальними площинами, проведеними через максимально виступаючі частини КРУ або приводи комутаційних апаратів РУ, повинна бути не менша ніж:

- 1,0 м - у разі однічного розташування устаткування;
- 1,2 м - у разі двобічного розташування устаткування.

Ширина вибухового коридора повинна бути не менше ніж 1,2 м.

Дозволене місцеве звуження коридора обслуговування, а також вибухового коридору будівельними конструкціями не більше ніж на 0,2 м.

Таблиця 4.2.3. Найменші відстані в просвіті від неізолюваних струмовідних частин до різних елементів ЗРУ (ЗПС) напругою від 3 кВ до 330 кВ, захищених РВ (у чисельнику) або ОПН (у знаменнику)

Рисунок	Найменування відстані	Позначення	Ізоляційна відстань, мм, для номінальної напруги, кВ								
			3	6	10	20	35	110	150	220	330
4.1.12	Від струмовідних частин до заземлених конструкцій і частин будівель	Аф-з	65	90*	120*	180	290	700 600	110 0 800	1700 1200	2400 2000
4.2.12	Між провідниками різних фаз	А<>_ф	70	100	130	200	320	800 750	120 0	1800 1600	2600 2200
4.2.13	Від струмовідних частин до суцільних	Б	95	120	150	210	320	730 630	113 0 830	1730 1230	2430 2030
4.2.13 4.2.14	Від струмовідних частин до сігчастих	В	165	190	220	280	390	800 700	120 0 900	1800 1300	2500 2100
4.2.14	Між необгородженими струмовідними частинами різних кіл	Г	200 0	200 0	200 0	220 0	220 0	290 0 280 0	330 0 300 0	3800 3400	4600 4200
4.2.15	Від необгороджених струмовідних частин до підлоги	Д	250 0	250 0	250 0	270 0	270 0	340 0 330	370 0 340	4200 3700	5000 4500
4.2.15	Від необгороджених виводів зі ЗРУ до землі при виході їх не на територію ВРУ та за відсутності проїзду транспорту під виводами	Е	450 0	450 0	450 0	475 0	475 0	550 0 540 0	600 0 570 0	6500 6000	7200 6800
4.2.14	Від контакту і ножа роз'єднувача у вимкненому положенні до ошиновки, приєднаної до	Ж	80	110	150	220	350	900 850	130 0 115 0	2000 1800	3000 2500

* Для апаратів ОПН відстань дозволено зменшувати за висотою на 10 мм.

ГЛАВА 4.2 Розподільчі установки і підстанції напругою понад 1,0 кВ

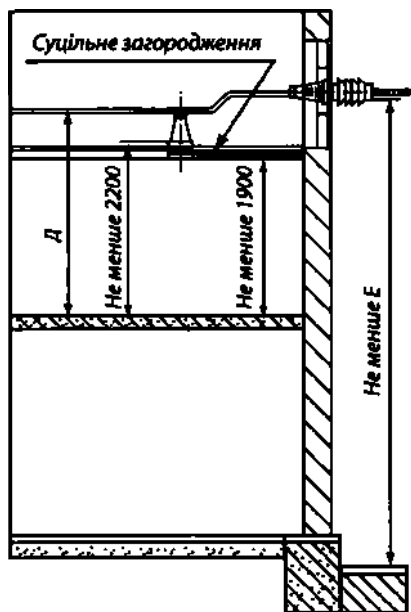


Рис. 4.2.15. Найменші відстані від підлоги до необгороджених неізольованих струмовідних частин і до нижньої кромки фарфору (полімерного матеріалу) ізолятора і висота проходу в ЗРУ. Найменші відстані від поверхні землі

до необгороджених лінійних виводів зі ЗРУ поза територією ВРУ та за відсутності проїзду транспорту під виводами

4.2.81. Ширина коридора обслуговування КРУ з викочуваними елементами і КТП повинна забезпечувати зручність обслуговування, переміщення і розвертання устаткування та його ремонту.

У разі встановлення КРУ і КТП в окремих приміщеннях ширину коридора потрібно визначати з урахуванням таких вимог:

- у разі однорядного встановлення - довжина найбільшого з візків КРУ (з усіма виступаючими частинами) плюс не менше ніж 0,6 м;
- у разі дворядного встановлення - довжина найбільшого з візків КРУ (з усіма виступаючими частинами) плюс не менше ніж 0,8 м.

У всіх випадках ширина проходу повинна бути не менше ніж 1 м і не менше розміру візка по діагоналі. У цьому разі місцеве звуження проходу навпроти викочуваних візків заборонене.

У разі наявності коридора обслуговування поза КРУ і КТП ширина коридора повинна бути не менше ніж 0,8 м; дозволено окремі місцеві звуження не більше ніж на 0,2 м.

4.2.82. У разі відкритого встановлення КРУ і КТП у виробничих приміщеннях ширину вільного проходу уздовж КРУ і КТП потрібно визначати з урахуванням розташування виробничого устаткування, можливості транспортування найбільших елементів КРУ і КТП, але в кожному разі ширина вільного проходу повинна бути не менше ніж 1,0 м.

4.2.83. Висота приміщення повинна бути не менша висоти КРУ, КТП, рахуючи від шинних уводів, перемичок або частин шаф, що виступають, плюс 0,8 м до стелі або 0,3 м до балок.

Дозволено мати меншу висоту приміщення, якщо забезпечено зручність і безпеку заміни, ремонту та налагодження устаткування КРУ, КТП, шинних уводів і перемичок.

4.2.84. У разі повітряних уводів у ЗРУ, КТП і ЗПС, що не перетинають проїздів або місця, де можливий рух транспорту, відстані від нижчої точки проводу до поверхні землі повинні бути не менше від розміру Б (табл. 4.2.3 і рис. 4.2.15).

За менших відстаней від проводу до рівня землі територію на відповідній ділянці під уводами потрібно обгороджувати огорожею висотою 1,6 м, у цьому разі відстань від рівня землі до проводу в площині огорожі повинна бути не менша від розміру Б.

У разі повітряних уводів, які перетинають проїзди або місця, де можливий рух транспорту, відстані від нижчої точки проводу до рівня землі потрібно приймати згідно з табл. 2.5.33 глави 2.5 ПУЕ:2006.

У разі повітряних виводів зі ЗРУ на територію ВРУ зазначені відстані потрібно приймати згідно з табл. 4.2.1 для розміру Г (рис. 4.2.4).

Відстані між суміжними лінійними уводами двох кіл повинні бути не менше значень, наведених у табл. 4.2.1 для розміру Д, якщо не передбачено перегородки між уводами сусідніх кіл.

На покрівлі будівлі ЗРУ над повітряними уводами потрібно передбачити огороження висотою не менше ніж 0,8 м, що виходить у плані не менше ніж по 0,5 м від осей крайніх фаз, а також улаштування над уводами козирків тих самих габаритів у плані.

4.2.85. Виходи із ЗРУ потрібно виконувати з дотриманням таких вимог:

- за довжини РУ до 7 м дозволено мати один вихід;
- за довжини РУ понад 7 м до 60 м потрібно передбачити два виходи по його кінцях; дозволено розташовувати виходи із РУ на відстані 7 м від його торців;
- за довжини РУ понад 60 м, крім виходів по кінцях його, потрібно передбачити додаткові виходи з таким розрахунком, щоб відстань від будь-якої точки коридора обслуговування, керування або вибухового коридора до виходу була не більше ніж 30 м.

Виходи може бути виконано назвні, на сходову клітку або в інше виробниче чи складське приміщення категорії Г або Д, а також в інші відсіки РУ, відділені від даного протипожежними дверима з межею вогнестійкості не менше ніж БІ30. У багатоповерхових РУ другий і додатковий виходи може бути передбачено також на балкон із зовнішніми пожежними сходами.

Ворота камер із шириною стулки більше ніж 1,4 м повинні мати хвіртку, якщо їх використовують для виходу персоналу.

4.2.86. Вибухові коридори великої довжини потрібно розділяти на відсіки

довжиною не більше ніж 60 м перегородками з межею вогнестійкості не менш EI45 із дверима, виконаними згідно з 4.2.88 з межею вогнестійкості не менше EI 30. Вибухові коридори повинні мати виходи назовні або на сходову клітку.

4.2.87. Підлоги приміщень РУ потрібно виконувати по всій площі кожного поверху на одній позначці. Конструкція підлог повинна унеможливити утворення цементного пилу. Застосування порогів у дверях між окремими приміщеннями і в коридорах заборонене (як виняток див. у 4.2.90, 4.2.93, 4.2.95 і 4.2.96).

4.2.88. Двері з РУ повинні відчинятися в напрямку інших приміщень або назовні та мати самозамикальні замки, що відкриваються без ключа з боку РУ.

Двері між відсіками одного РУ або між суміжними приміщеннями двох РУ повинні мати пристрій, який фіксує двері в зачиненому положенні і не перешкоджає відчиненню дверей в обох напрямках.

Двері між приміщеннями (відсіками) РУ різних напруг повинні відчинятись у бік РУ з нижчою напругою.

Замки у дверях приміщень РУ однієї напруги повинні відмикатися тим самим ключем; ключі від вхідних дверей РУ та інших приміщень не повинні підходити до замків камер.

Вимога щодо застосування самозамикальних замків не поширюється на РУ міських і сільських розподільчих електричних мереж напругою до 10 кВ.

4.2.89. Приміщення ЗРУ на територіях без охорони потрібно споруджувати без вікон. В інших випадках, у разі потреби в природному освітленні, дозволено мати вікна із склоблоків або армованого скла.

Застосування приміщень ЗРУ із зенітними ліхтарями не дозволене.

У приміщенні ЗРУ вікна не повинні відчинятися.

Вікна має бути захищено сітками з отворами розміром не більше ніж 25 мм х 25 мм, установлюваними ззовні. У разі застосування сіток, установлюваних ззовні, дозволено застосовувати вікна, які відчиняються всередину приміщення.

У верхній частині приміщення ЗРУ напругою від 110 кВ до 220 кВ з установленням оливнонаповненого комутаційного устаткування та оливнонаповнених силових трансформаторів потрібно передбачати віконні прорізи із застосуванням площі, яка дорівнює 30% площі однієї найбільшої зовнішньої стіни відповідно до НАПБ В.01.056-2005/111 «Правила будови електроустановок. Протипожежний захист електроустановок».

4.2.90. Бакові оливні вимикачі з масою оливи понад 60 кг потрібно встановлювати в окремих вибухових камерах з виходом назовні або у вибуховий коридор.

Бакові оливні вимикачі з масою оливи від 25 кг до 60 кг дозволено встановлювати як у вибухових, так і в обгороджених камерах. У цьому разі вимикачі повинні мати 20% запас по номінальному струму вимикання.

Бакові оливні вимикачі з масою оливи до 25 кг, малооб'ємні оливні вимикачі та вимикачі без оливи потрібно встановлювати в обгороджених камерах.

У разі встановлення малооб'ємних оливних вимикачів з масою оливи в одній фазі 60 кг і більше в кожній камері потрібно передбачати поріг, розрахований на затримання повного об'єму оливи.

Вимикачі, що встановлюються в обгороджених камерах, потрібно відділяти

один від одного перегородками, які виконують відповідно до 4.2.12.

4.2.91. В одному приміщенні з РУ напругою до 1 кВ і вище дозволено установлювати один оливний силовий трансформатор потужністю до 0,63 МВ^{*} А або два оливні силові трансформатори потужністю кожний до 0,4 МВ • А, відділені від іншої частини приміщення перегородкою з межею вогнестійкості EI 45, висотою не менше висоти трансформатора, включаючи уводи ВН. У цьому разі неізольовані струмовідні частини напругою понад 1 кВ потрібно обгороджувати згідно з 4.2.78.

4.2.92. Апарати пускових пристроїв електродвигунів, синхронних компенсаторів тощо (вимикачі, пускові реактори, трансформатори тощо) дозволено встановлювати в загальній камері без перегородок між ними.

4.2.93. В камерах РУ, що мають виходи у вибуховий коридор, дозволено установлювати силові трансформатори з масою оливи до 600 кг.

Трансформатори напруги незалежно від маси оливи в них дозволено встановлювати в обгороджених камерах РУ. У цьому разі в камері потрібно передбачати поріг або пандус, розрахований на утримання повного об'єму оливи, що знаходиться у вимірювальному трансформаторі.

4.2.94. У вибухових коридорах не дозволено встановлювати устаткування з відкритими струмовідними частинами.

4.2.95. У закритих окремо стоячих, прибудованих і вбудованих у виробничі приміщення ПС, у камерах силових трансформаторів, оливних вимикачів та інших оливонаповнених апаратів з масою оливи або іншого екологічно безпечного рідинного діелектрика в одному баці до 600 кг у разі розташування камер на першому поверсі потрібно виконувати поріг або пандус для втримання повного об'єму рідини.

За маси оливи або негорючого екологічно безпечного рідинного діелектрика в одному баці понад 600 кг потрібно влаштовувати приймач рідини, розрахований на повний об'єм рідини, або на утримання 20% рідини з відведенням у оливозбірник (збірник рідини). Облаштування приймача рідини потрібно виконувати згідно з 4.2.96, переліки 3) і 4).

Потрібно передбачати заходи проти розтікання рідини через дверні прорізи, кабельні споруди, прорізи вентиляційних каналів тощо.

4.2.96. У разі спорудження камер над підвалом, на другому поверсі і вище (див. також 4.2.117), а також у разі облаштування виходу з камер у вибуховий коридор під оливонаповненими силовими трансформаторами або трансформаторами з іншим екологічно безпечним рідинним діелектриком, оливними вимикачами та іншими оливонаповненими апаратами потрібно виконувати приймачі рідини за одним із таких способів:

1) за маси оливи в одному баці до 60 кг потрібно виконувати поріг або пандус для утримання повного об'єму оливи;

2) за маси оливи від 60 кг до 600 кг під трансформатором (апаратом) потрібно виконувати оливоприймач, розрахований на повний об'єм оливи, або біля виходу з камери - поріг або пандус для втримання повного об'єму оливи;

3) за маси оливи в одному баці понад 600 кг потрібно виконувати:

- оливоприймач, який вміщує не менше 20% повного об'єму оливи транс-

форматора або апарата, з відведенням оливи в оливозбірник. Оливодвідні труби від оливоприймача під трансформаторами повинні мати діаметр не менше за 10 см. З боку оливоприймачів оливодвідні труби потрібно захищати сітками;

- оливоприймач без відведення оливи в оливозбірник. У цьому разі оливоприймач потрібно перекривати решіткою із шаром товщиною 25 см чистого промитого гранітного (або іншої непористої породи) гравію або щебеню фракцією від 30 мм до 70 мм, і він повинен бути розрахований на повний об'єм оливи; рівень оливи повинен бути на 5 см нижче решітки. Верхній рівень гравію в оливоприймачі під трансформатором повинен бути на 7,5 см нижче отвору повітропідвідного вентиляційного каналу. Площа оливоприймача повинна бути більше площі основи трансформатора або апарата.

Дно оливоприймача повинне мати ухил 2% у бік приямка;

4) у разі встановлення устаткування із заповненням негорючим екологічно безпечним рідинним діелектриком потрібно виконувати заходи, зазначені в переліках

1) , 2), 3) для оливи, за винятком перекривання приймача рідини гравієм.

4.2.97. Вентиляційна система приміщень силових трансформаторів і реакторів повинна забезпечувати відведення теплоти в таких кількостях, щоб за номінального навантаження з урахуванням переважувальної здатності і максимальної розрахункової температури навколишнього середовища нагрівання трансформаторів і реакторів не перевищувало максимально допустимого для них значення.

Вентиляцію приміщень силових трансформаторів і реакторів потрібно виконувати таким чином, щоб різниця температур повітря, що виходить із приміщення та входить у нього, не перевищувала: 15 °С - для трансформаторів, 30 °С - для реакторів на струм до 1000 А, 20 °С - для реакторів на струм понад 1000 А.

За неможливості забезпечити теплообмін природною вентиляцією потрібно передбачати примусову. У цьому разі потрібно контролювати роботу за допомогою сигнальних апаратів.

У всіх інших електроприміщеннях вентиляцію передбачають з урахуванням кількості тепла, яке виділяють електроустаткування, ошиновка тощо.

У приміщеннях ЗРУ з установленням шаф КРУ потрібно передбачати заходи для унеможливлення утворення роси на ізоляції електроустаткування (штучне підігрівання, вентиляція тощо).

4.2.98. Приміщення, де розташовані КРУЕ, електричні вимикачі, балони з електричним газом, та приміщення для ремонту і ревізії електричного обладнання потрібно обладнати припливно-витяжною вентиляцією із забором повітря на рівні підлоги і на рівні верхньої частини приміщення. Припливну вентиляцію потрібно обладнати фільтрами для запобігання проникненню пилу в приміщення.

4.2.99. Вибухові коридори, а також коридори для обслуговування обгороджених камер або КРУ, які містять устаткування, заповнене оливою, електричним газом або компаундом, потрібно обладнати аварійною витяжною вентиляцією, яка вмикається ззовні і не пов'язана з іншими вентиляційними пристроями. Аварійну вентиляцію потрібно розраховувати на п'ятикратний обмін повітря за годину.

Припливні та витяжні вентиляційні отвори потрібно забезпечувати утепленими клапанами, які відкриваються ззовні.

4.2.100. У приміщеннях, в яких обслуговуючий персонал перебуває протягом 6 год. і більше, потрібно забезпечувати температуру повітря не нижче 18 °С і не вище 28 °С.

У ремонтній зоні ЗРУ на час проведення ремонтних робіт потрібно забезпечувати температуру не нижче 5 °С.

На ПС без обслуговуючого персоналу в приміщеннях технологічних щитів та в приміщеннях ЗРУ потрібно забезпечувати температуру згідно з технічними вимогами до устаткування та апаратів.

У приміщеннях з електризованим устаткуванням заборонено застосовувати обігрівальні прилади з температурою нагрівальної поверхні, яка перевищує 250 °С.

4.2.101. Отвори в огорожувальних конструкціях будівель і приміщень після прокладання струмопроводів та інших комунікацій потрібно зашпарувати матеріалом, який забезпечує вогнестійкість не нижче вогнестійкості самої огорожувальної конструкції, але не менше EI 60.

Інші отвори в зовнішніх стінах для запобігання проникненню тварин і птахів потрібно захищати металевими сітками або решітками з отворами розміром 10 мм x 10 мм.

4.2.102. Перекриття кабельних каналів і подвійних підлог потрібно виконувати знімними плитами з негорючих матеріалів урівень із підлогою приміщення. Маса окремої плити перекриття не повинна перевищувати 50 кг.

4.2.103. Прокладання в камерах апаратів і силових трансформаторів транзитних кабелів і проводів заборонено. У виняткових випадках дозволене прокладання їх у металевих трубах.

Прокладання кіл освітлення, керування і вимірювання дозволене всередині камер або поблизу неізольованих струмовідних частин лише на коротких ділянках і в тій мірі, в якій це необхідно для здійснення з'єднань (наприклад, з вимірювальними трансформаторами).

4.2.104. Прокладання в приміщенні РУ потрібних для РУ (нетранзитних) трубопроводів опалення дозволене за умови застосування цільних зварених металевих труб без фланців, вентилів тощо, а вентиляційних зварених коробів - без люків, засувок, фланців та інших подібних пристроїв. Дозволене також транзитне прокладання металевих трубопроводів опалення за умови, що кожен трубопровід укладено в суцільну водонепроникну оболонку.

УСТАНОВЛЕННЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ І РЕАКТОРІВ

4.2.105. Вимоги, наведені в 4.2.106-4.2.137, поширюються на стаціонарне установлення в приміщеннях і просто неба силових трансформаторів (автотрансформаторів (АТ), регулювальних трансформаторів і шунтувальних та заземлювальних реакторів з ВН 3 кВ і вище).

Трансформатори, автотрансформатори і реактори, зазначені в цьому підрозділі, поійменовані в 4.2.106-4.2.137 терміном «трансформатори», крім спеціально обумовлених.

Установлення допоміжного устаткування трансформаторів

(електродвигунів системи охолодження, засобів вимірювальної техніки, пристроїв керування) належить виконувати за вимогами відповідних глав «Правил устроювання електроустановок».

Вимоги 4.2.111, 4.2.112, 4.2.118 і 4.2.119 не поширюються на установлення трансформаторів, які входять до складу КТП із ВН до 10 кВ і ЩТП з ВН до 35 кВ.

4.2.106. Установлення трансформатора повинне забезпечувати зручні та безпечні умови його оглядання без зняття напруги.

Для спостереження за рівнем оливи в показниках на ПС, де передбачене загальне освітлення, потрібно установлювати додаткове освітлення показників у темний період доби, якщо загального освітлення недостатньо.

4.2.107. До газового реле трансформаторів потрібно забезпечувати безпечний доступ для спостереження і відбирання проб газу без зняття напруги. Для цього трансформатори, які мають висоту від рівня голівки рейки до кришки бака 3 м і більше, потрібно обладнувати стаціонарними металевими сходами.

4.2.108. Для трансформаторів, які мають котки, у фундаментах потрібно передбачати напрямні. Для закріплення трансформатора на напрямних передбачають упори, які потрібно установлювати по обидва боки трансформатора.

Трансформатори масою до 2 т, не обладнані котками, дозволено встановлювати безпосередньо на фундаменті. На фундаментах трансформаторів потрібно передбачати місця для встановлення домкратів.

У сейсмічних районах трансформатори потрібно встановлювати безпосередньо на фундаменті із кріпленням їх до заставних елементів фундаменту для запобігання їх зсувам у горизонтальному і вертикальному напрямках.

4.2.109. Трансформатори, обладнані пристроями газового захисту, потрібно встановлювати так, щоб кришка мала підйом у напрямку до газового реле не менше ніж 1%, а оливопровід до розширника - не менше ніж 2%.

4.2.110. Уздовж ряду встановлених просто неба основних трансформаторів (шунтувальних реакторів) потрібно передбачати проїзд шириною не менше ніж 3,5 м. Дозволено виконувати під'їзд шириною не менше ніж 3,5 м до кожного трансформатора окремо.

4.2.111. Уздовж шляхів перекочування, а також біля фундаментів трансформаторів масою понад 20 т потрібно передбачати анкери, які дають змогу закріплювати за них лебідки, напрямні блоки, поліспасти, що використовують під час перекочування трансформаторів в обох напрямках. У місцях зміни напрямку переміщення трансформатора потрібно передбачати площадки для встановлення домкратів.

4.2.112. Відстані в просвіті між установленими просто неба трансформаторами визначаються технологічними вимогами і повинні бути не менше ніж 1,25 м.

Зазначену відстань приймають від найбільш виступаючих частин трансформаторів, розташованих на висоті до 1,9 м від поверхні землі.

4.2.113. Між установленими просто неба силовими трансформаторами напругою 110 кВ і вище одиничною потужністю 63 МВ • А і більше, а також між ними і трансформаторами іншого призначення (регульовальні, власних потреб будь-якої потужності тощо) потрібно передбачати розділові перегородки, якщо відстань у просвіті між трансформаторами, установленими на ПС, менша, ніж 15

м. Для силових трансформаторів, установлених уздовж зовнішніх стін будівель електростанцій на відстані від стін менше за 40 м, розділові перегородки передбачають, якщо відстань у просвіті між трансформаторами становить менше ніж 25 м.

Розділові перегородки повинні мати межу вогнестійкості не менше ніж EI90, ширину - не меншу ширини оливоприймача (гравійної підсіпки) і висоту - не меншу висоти уводів ВН. Перегородки потрібно встановлювати за межами оливоприймача. Відстань у просвіті між трансформатором і перегородкою повинна бути не менше ніж 1,5 м.

Якщо трансформатори власних потреб і регульовальні трансформатори встановлені біля силових трансформаторів, обладнаних автоматичними установками пожежегасіння, і знаходяться в зоні дії захисту від внутрішніх пошкоджень силового трансформатора, то дозволено замість розділової перегородки виконувати автоматичну установку пожежегасіння трансформатора власних потреб або регульовального, об'єднану з установкою пожежегасіння силового трансформатора; у цьому разі дозволене спорудження загального оливоприймача.

4.2.114. Регульовальні трансформатори потрібно встановлювати в безпосередній близькості від автотрансформаторів, напругу яких регулюють, за винятком випадків, коли між автотрансформатором і регульовальним трансформатором передбачене установлення струмообмежувального реактора. Дозволено передбачати можливість перекочування силових і регульовальних трансформаторів по загальній колії.

4.2.115. Автоматичними установками пожежегасіння обладнують:

- оливні силові трансформатори напругою 500 кВ і 750 кВ, незалежно від потужності, а напругою 220 кВ і 330 кВ - з одиничною потужністю 200 МВ* А і більше;

- оливні силові трансформатори напругою 110 кВ і вище потужністю 63 МВ*А і більше, установлювані в закритих камерах.

Автоматичні установки пожежегасіння не застосовують у разі встановлення силових трансформаторів з елегазовим наповненням.

4.2.116. Пуск установки пожежегасіння потрібно здійснювати автоматично. Автоматичний пуск установки пожежегасіння потрібно дублювати дистанційним пуском зі щита керування і місцевим пуском. Пристрій місцевого пуску установки пожежегасіння потрібно розташовувати поблизу установки в безпечному під час пожежі місці.

Вмикання установки пожежегасіння групи однофазних трансформаторів потрібно забезпечувати тільки на пошкоджені фази.

Улаштування технологічних установок автоматичного пожежегасіння та схеми керування установками пожежегасіння потрібно виконувати з урахуванням вимог НАПБ В.01.056-2005/111 «Правилабудови електроустановок. Протипожежний захист електроустановок».

4.2.117. Кожен оливний трансформатор, розташований усередині приміщення, потрібно встановлювати в окремій камері (як виняток див. 4.2.91), розташованій на першому поверсі ізольованої від інших приміщень будівлі. Дозволено встановлювати оливні трансформатори на другому поверсі за умови забезпечення можливості транспортування трансформаторів назовні і видалення

оливи в аварійних випадках відповідно до вимог, наведених у 4.2.96, перелік 3), як для трансформаторів з об'ємом оливи понад 600 кг.

У разі необхідності встановлення трансформаторів усередині приміщень вище другого поверху і нижче рівня підлоги першого поверху вони повинні бути з негорючим екологічно чистим діелектриком або сухими залежно від умов навколишнього середовища і технології виробництва. Сухі трансформатори і трансформатори з негорючим заповненням встановлюють відповідно до вимог 4.2.74.

У разі розміщення трансформаторів нижче рівня підлоги першого поверху необхідно забезпечити унеможливлення їх підтоплення ґрунтовими і повеневими водами та внаслідок пошкодження водопровідних або каналізаційних мереж.

Дозволено встановлювати в одній загальній камері два оливні трансформатори потужністю не більше 1 МВ*А кожний, що мають загальне призначення, керування, захист і розглядаються як один агрегат.

Сухі трансформатори або трансформатори з негорючим екологічно чистим діелектриком дозволено встановлювати в загальній камері в кількості до шести одиниць, якщо це не викликає ускладнень в експлуатації під час проведення ремонтних робіт.

Кожна камера оливних трансформаторів повинна мати окремий вихід назовні або в суміжне приміщення з негорючими підлогою, стінами і перекриттями, які не містять вогнебезпечних і вибухонебезпечних предметів, апаратів і виробництв.

4.2.118. У разі закритого встановлення трансформаторів потрібно застосовувати трансформатори переважно з винесеною системою охолодження типу групової охолоджувальної установки (ГОУ).

4.2.119. Для трансформаторів, встановлюваних усередині приміщень, відстані в просвіті від найбільш виступаючих частин трансформаторів, розташованих на висоті до 1,9 м від підлоги, повинні бути не менше ніж:

- до задньої і бічної стін - 0,3 м для трансформаторів потужністю до 0,63 МВ • А і 0,6 м для трансформаторів більшої потужності;

- до полотна дверей або виступаючих частин стіни з боку входу - 0,6 м для трансформаторів потужністю 0,63 МВ*А; 0,8 м для трансформаторів понад 0,63 МВ* А до 1,6 МВ* А і 1,0 м для трансформаторів потужністю понад 1,6 МВ-А.

4.2.120. Підлога камер трансформаторів з рідинним наповненням повинна мати ухил 2% у бік приймача рідини.

4.2.121. Двері (ворота) камер трансформаторів потрібно виконувати відповідно до вимог чинних НД з протипожежного захисту.

Безпосередньо за дверима камери дозволено встановлювати бар'єр (для оглядання трансформатора з порога, без заходження в камеру) відповідно до вимог 4.2.26.

4.2.122. У камерах трансформаторів дозволено встановлювати устаткування, яке належить до них (роз'єднувачі, ОПН, вентильні розрядники, дугогасні заземлювальні реактори тощо), а також устаткування системи охолодження.

4.2.123. Відстань по горизонталі від прорізу воріт трансформаторної камери вбудованої або прибудованої ПС до прорізу найближчого вікна або дверей приміщення повинна бути не менше ніж 1,0 м.

Викочування трансформаторів потужністю більше 0,1 МВ*А з камер у

внутрішні проїзди шириною менше ніж 5 м між будинками заборонене. Ця вимога не поширюється на камери, які виходять у проходи і проїзди всередині виробничих приміщень.

4.2.124. Вентиляційна система камер трансформаторів повинна забезпечувати відведення тепла (див. 4.2.97) і не повинна бути пов'язана з іншими вентиляційними системами.

Стінки вентиляційних каналів і шахт потрібно виконувати з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості не менше БІ 30. Вентиляційні шахти і прорізи потрібно розташовувати таким чином, щоб у разі утворення або потрапляння в них вологи вона не могла стікати на трансформатори, або потрібно застосовувати заходи щодо захисту трансформатора від потрапляння вологи із шахти.

Вентиляційні прорізи потрібно закривати сітками з розміром отворів 1, см x 1,0 см і захищати від попадання через них дощу і снігу.

4.2.125. Витяжні шахти камер трансформаторів, прибудованих до будівель з негорючими стінами та які мають покрівлю із горючого матеріалу, потрібно віддаляти від стін будівлі не менше ніж на 1,5 м, або ж конструкції покрівлі із горючого матеріалу потрібно захищати парпетом з негорючого матеріалу висотою не менше ніж 0,6 м. Виведення шахт вище покрівлі будівлі в цьому разі дозволено не виконувати.

Не дозволено розташовувати отвори витяжних шахт проти віконних прорізів будівель. У разі облаштування вихідних вентиляційних отворів безпосередньо в стіні камери їх не потрібно розташовувати під виступаючими елементами покрівлі з горючого матеріалу або під прорізами в стіні будівлі, до якого камера примикає.

Якщо над дверима або вихідним вентиляційним отвором камери трансформатора є вікно, то під вікном потрібно влаштовувати козирок з негорючого матеріалу з вильотом не менше ніж 0,7 м. Довжина козирка повинна бути більше ширини вікна не менше ніж на 0,8 м у кожний бік.

4.2.126. Трансформатори з примусовим охолодженням потрібно забезпечувати пристроями для автоматичного пуску і зупинки пристрою системи охолодження.

Автоматичний пуск потрібно здійснювати залежно від температури верхніх шарів масла, а також залежно від струму навантаження трансформатора.

4.2.127. У разі застосування виносних охолоджувальних пристроїв їх потрібно розміщувати так, щоб не перешкоджати викочуванню трансформатора з фундаменту і допускати проведення їхнього ремонту на працюючому трансформаторі. Потік повітря від вентиляторів дуття не повинен бути спрямований на бак трансформатора.

4.2.128. Розташування засувки охолоджувальних пристроїв повинне забезпечувати зручний доступ до них, можливість від'єднання трансформатора від системи охолодження або окремого охолоджувача від системи і викочування трансформатора без зливання оливи чи іншого рідинного заповнювача з охолоджувачів.

4.2.129. Охолоджувальні колонки, адсорбери та інше устаткування в системі охолодження трансформатора з примусовою циркуляцією повітря та

оливи з ненаправленим потоком оливи ЩОБЧЙГР) потрібно розташовувати в приміщенні, температура в якому не може бути нижче плюс 5 °С. У цьому разі потрібно забезпечувати заміну адсорбера в цьому ж приміщенні.

4.2.130. Зовнішні трубопроводи системи охолодження трансформатора з примусовою циркуляцією повітря і природною циркуляцією оливи ДЦ(OFWF) і системи охолодження ЩОБ^Е) потрібно виконувати з нержавіючої сталі або матеріалів, стійких щодо корозії.

Розташування трубопроводів системи охолодження біля трансформатора не повинне затрудняти обслуговування трансформатора та охолоджувачів і повинне забезпечувати мінімальні трудовитрати під час викочування трансформатора. За потреби передбачають площадки і сходи, які б забезпечували зручний доступ до засувки і вентиляторів дугтя.

4.2.131. У разі застосування виносної системи охолодження, складеної з окремих охолоджувачів, усі охолоджувачі (одиначні або здвоєні), розташовані в один ряд, потрібно встановлювати на загальний фундамент.

Групові охолоджувальні установки дозволено розміщувати як безпосередньо на фундаменті, так і на рейках, покладених на фундамент, якщо викочування цих установок передбачене на котках.

4.2.132. Шафи керування електродвигунами систем охолодження ДЦ(ОЕАЕ) і ЩОРДУЕ), а також системи охолодження трансформатора з примусовою циркуляцією повітря та оливи з направленим потоком оливи НДЦ(СЮАЕ) потрібно встановлювати за межами оливоприймача. Дозволено навішувати шафи керування системою охолодження трансформатора з примусовою циркуляцією повітря і природною циркуляцією оливи Д((ЖАІГ) на бак трансформатора, якщо шафа та встановлюване в ній устаткування розраховані на роботу в умовах вібрації, створюваної трансформатором.

4.2.133. Трансформатори з примусовою системою охолодження потрібно обладнати сигналізацією про припинення циркуляції оливи (або іншого рідинного заповнювача), охолоджувальної води або зупини вентиляторів дугтя, а також про автоматичне вмикання резервного охолоджувача або резервного джерела живлення.

4.2.134. На ПС, де температура навколишнього повітря може бути нижча допустимої для апаратури установок керування роботою трансформатора (шаф автоматичного керування системами охолодження, шаф приводу пристрою регулювання напруги під навантаженням тощо), потрібно передбачати електричне підігрівання з автоматичним керуванням для забезпечення надійного функціонування апаратури.

4.2.135. У разі встановлення трансформаторів просто неба вздовж машинного залу електростанції потрібно забезпечувати можливість перекочування трансформатора до місця ремонту без демонтажу елементів трансформатора і розбирання підтримувальних конструкцій струмопроводів, порталів, шинних мостів тощо.

4.2.136. Ремонтне обслуговування трансформаторів на ПС потрібно передбачати на місці їх встановлення за допомогою пересувних кранів або інвентарних пристроїв. Для цього поруч із кожним трансформатором потрібно передбачати площадку, розраховану на розміщення елементів, знятих з трансформатора, який

ремонтують, такелажного оснащення та устаткування, необхідного для ремонтних робіт.

У стиснених умовах ПС дозволено передбачати одну ремонтну площадку зі спорудженням до неї колії для перекочування.

4.2.137. На ПС у разі наявності під'їзної залізниці або в разі передбачення аварійного введення в роботу резервної фази автотрансформатора перекочуванням потрібно споруджувати поздовжні шляхи перекочування трансформаторів.

РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ І ПІДСТАНЦІЇ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

4.2.138. Вимоги, наведені в 4.2.139-4.2.148, поширюються на РУ та ПС напругою до 35 кВ, розташовані у виробничих приміщеннях.

4.2.139. На ПС може бути встановлено сухі, оливні силові трансформатори або трансформатори з негорючим екологічно чистим діелектриком.

У виробничих приміщеннях, які мають вибухонебезпечні чи пожежонебезпечні зони, РУ і ПС потрібно виконувати відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

РУ і ПС із оливонаповненим устаткуванням дозволено розміщувати на першому і другому поверхах у основних і допоміжних виробничих приміщеннях, які належать до категорії Г або Д будівель І або ІІ ступеня вогнестійкості, як в окремих приміщеннях, так і поза ними (далі - відкрите встановлення).

Розміщення ПС з оливонаповненим устаткуванням у виробничих приміщеннях категорії В за пожежною безпекою дозволено за погодженням з органами державного пожежного нагляду. Розміщення ПС без оливонаповненого устаткування такого погодження не потребує.

ПС дозволено встановлювати в запилених виробничих приміщеннях і приміщеннях з хімічно активним середовищем за умов застосування заходів, які забезпечують надійну роботу їх електроустаткування (див. 4.2.144).

4.2.140. У виробничих приміщеннях силові трансформатори і РУ дозволено встановлювати в камерах, в окремих приміщеннях, а також і відкрито. У разі відкритого встановлення струмовідні частини трансформатора потрібно обгороджувати, а РУ - розміщувати в шафах захищеного або закритого виконання.

4.2.141. Установлення КТП або силових трансформаторів у виробничому приміщенні потрібно виконувати з дотриманням таких вимог:

1) на кожній відкрито встановленій ПС дозволено застосовувати оливні трансформатори із сумарною потужністю до 3,2 МВ*А. Відстань у просвіті між оливними трансформаторами різних КТП, а також між обгородженими камерами оливних трансформаторів повинна бути не менше ніж 10 м;

2) в одному приміщенні ПС потрібно встановлювати переважно одну КТП (дозволене встановлення не більше трьох КТП) з оливними трансформаторами сумарною потужністю не більше ніж 6,5 МВ-А.

У разі розташування у виробничому приміщенні закритої камери оливного трансформатора маса оливи повинна бути не більше ніж 6,5 т.

Відстань між окремими приміщеннями різних КТП або між закритими камерами оливних трансформаторів, розташованих усередині виробничої будівлі, не

обмежують.

Огороджувальні конструкції приміщення ПС, в якому встановлюють КТП із оливними трансформаторами, а також закритих камер оливних трансформаторів і апаратів з масою оливи 60 кг і більше, потрібно виконувати з негорючих матеріалів

з межею вогнестійкості не менше EI60.

Вимоги, наведені в переліку 2), поширюються також на прибудовані та вбудовані ПС, які передбачають викочування оливного трансформатора всередину будівлі;

3) сумарна потужність оливних трансформаторів ПС, установлених на другому поверсі, не повинна перевищувати 1 МВ'А. Установлення КТП із оливними трансформаторами та оливних трансформаторів вище другого поверху заборонено;

4) для ПС із трансформаторами сухими або з негорючим рідким екологічно чистим діелектриком їх потужність, кількість, відстані між ними, а також поверх їх установлення не обмежують.

4.2.142. Під кожним силовим трансформатором і апаратом з масою рідинного наповнювача (оливи або негорючого екологічно чистого діелектрика) 60 кг і більше потрібно влаштовувати приймач рідини з дотриманням вимог 4.2.96, перелік 3), як для трансформаторів і апаратів з масою оливи понад 600 кг.

4.2.143. Вимикачі ПС, розташовані у виробничих приміщеннях, повинні бути безоливними або малооб'ємними оливними.

Установлення бакових оливних вимикачів дозволено тільки в закритих камерах у разі дотримання таких умов:

- кількість вимикачів на ПС повинна бути не більше трьох;
- маса оливи в кожному вимикачі не повинна перевищувати 60 кг.

4.2.144. Вентиляція ПС, розташованих в окремих приміщеннях, повинна відповідати 4.2.97-4.2.99.

У разі облаштування вентиляції камер трансформаторів і приміщень ПС (КТП), розташованих у виробничих приміщеннях з нормальним повітряним середовищем, дозволено забирати повітря безпосередньо із цеху.

Для вентиляції камер трансформаторів і приміщень ПС (КТП), розташованих у приміщеннях з повітрям, що містить пил, електропровідні або роз'їдаючі суміші, повітря потрібно забирати ззовні або очищати фільтрами.

У виробничих будівлях з перекриттями із негорючих матеріалів відведення повітря з камер трансформаторів і приміщень ПС (КТП), розміщених усередині цеху, дозволено безпосередньо в цех.

У виробничих будівлях з перекриттями із горючих матеріалів відведення повітря з камер трансформаторів і приміщень ПС (КТП), споруджених усередині цеху, потрібно виконувати по витяжних шахтах, виведених вище покрівлі будівлі не менш ніж на 1,0 м (див. також 4.2.125).

4.2.145. Керування примусовою вентиляцією камер силових трансформаторів виконують відповідно до технологічних функцій цієї вентиляції та з урахуванням вимог пожежної безпеки.

4.2.146. Підлога вбудованої у виробниче приміщення і прибудованої ПС повинна бути не нижче від рівня підлоги виробничого приміщення (цеху).

4.2.147. Відкрито встановлені в цеху КТП і КРУ повинні мати сітчасті

конструкції огорожень. У середині огорожень потрібно передбачати проходи не менше зазначених у 4.2.82.

КТП і КРУ потрібно розміщувати в межах «мертвої зони» роботи цехових підйомно-транспортних механізмів. У разі розташування ПС і РУ в безпосередній близькості від шляхів проїзду внутрішньоцехового транспорту, руху підйомно-транспортних механізмів потрібно вживати заходів щодо захисту ПС і РУ від випадкових пошкоджень (відбійні конструкції, світлова сигналізація тощо).

4.2.148. Ширину проходів і висоту приміщень для встановлення КРУ і КТП потрібно виконувати згідно з вимогами 4.2.81-4.2.83.

ЩОГЛОВІ ТРАНСФОРМАТОРНІ ПІДСТАНЦІЇ І СЕКЦІОНУЮЧІ ПУНКТИ

4.2.149. Вимоги, наведені в 4.2.150-4.2.160, стосуються особливостей ЩТП з ВН до 35 кВ і НН до 1 кВ (у тому числі у виконанні КТП з ВН до 10 кВ), СП напругою до 10 кВ, установлених просто неба.

В усьому іншому, що не обумовлено в 4.2.150-4.2.160 потрібно керуватися вимогами інших пунктів цієї глави.

4.2.150. Приєднання силового трансформатора до мережі ВН 6 кВ або 10 кВ потрібно виконувати за допомогою запобіжників і роз'єднувача (вимикача навантаження), керованого з поверхні землі.

4.2.151. Роз'єднувач (вимикач навантаження) ЩТП потрібно встановлювати на кінцевій (або від галу жувальній) опорі ПЛ.

Роз'єднувач (вимикач навантаження) КТП, СП дозволено встановлювати як на кінцевій (від галу жувальній) опорі ПЛ, так і безпосередньо на КТП, СП.

Приводи комутаційних апаратів потрібно замикати на замок.

4.2.152. На ЩТП і СП без огороження відстань по вертикалі від поверхні землі до неізольованих струмовідних частин за відсутності руху транспорту під повітряними уводами повинна бути не менше ніж 3,5 м для напруг до 1 кВ, 4,5 м - для напруг 6 кВ і 10 кВ та 4,75 м - для напруги 35 кВ.

На СП з огорожею висотою не менше ніж 1,8 м вищезазначені відстані до неізольованих струмовідних частин напругою 6 кВ, 10 кВ і 35 кВ може бути зменшено до розміру Г, зазначеного в табл. 4.2.1. У цьому разі в площині огорожі відстань від нижнього проводу до кромки огорожі повинна бути не менше за розмір Д, зазначений в тій самій таблиці.

4.2.153. У разі повітряних уводів на ЩТП і СП, які перетинають проїзди або місця, де можливий рух транспорту, відстань від нижнього проводу до рівня землі потрібно приймати згідно з табл. 2.5.33 глави 2.5 ПУЕ:2006.

4.2.154. Для обслуговування ЩТП потрібно обладнувати площадку обслуговування на висоті не менше ніж 3 м з поручнями. Для підймання на площадку потрібно застосовувати сходи з пристроєм, яким забороняють підймання по них за увімкненого комутаційного апарата.

Для ЩТП, розміщених на одностоякових опорах, облаштування площадок та сходів дозволено не виконувати.

4.2.155. Елементи ЩТП, які залишаються під напругою за вимкненого комутаційного апарата, повинні перебувати поза зоною досяжності з рівня площадки обслуговування. Вимкнене положення комутаційного апарата повинне бути видно із площадки обслуговування.

4.2.156.3 боку НН силового трансформатора потрібно встановлювати

апарат, який забезпечує видимий розрив.

4.2.157. Електричні провідники в ЩТП між силовим трансформатором і низьковольтним щитом, а також між щитом і ПЛ НН потрібно захищати від механічних пошкоджень (трубою, швелером тощо).

4.2.158. ЩТП потрібно розташовувати на відстані не менше ніж 3 м від будівель

I, II, III, IIIа, IIIб ступенів вогнестійкості і не менше ніж 5 м від будівель IV, IVа і V ступенів вогнестійкості.

Також необхідно дотримуватися вимог, наведених у 4.2.64.

4.2.159. Опори ПЛ, використані як конструкції ЩТП (СП), повинні бути анкерними або кінцевими.

4.2.160. У місцях можливого наїзду транспорту ПС потрібно захищати відбійними тумбами.

ЗАХИСТ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

4.2.161. РУ, РП і ПС повинні мати захист від прямих ударів блискавки та грозових хвиль, які можуть прийти з приєднаних ПЛ. Цей захист виконують з урахуванням кількості грозових годин на рік за допомогою стрижневих і тросових блискавководвідводів і захисних апаратів (ЗА), установлених у РУ, а також грозозахисних тросів і ЗА, установлених на підходах ПЛ до РУ. До ЗА належать ОПН, РВ і захисні іскрові проміжки (Ш).

Дозволено застосовувати ОПН сумісно з РВ в одній РУ під час реконструкції існуючих ПС із заміною РВ на ОПН за умови, що залишкові напруги ОПН за номінального розрядного струму становлять менше 90% залишкової напруги РВ. На різних фазах одного приєднання потрібно встановлювати ЗА одного типу (трифазний комплект ОПН).

У разі встановлення додаткових ОПН під час реконструкції існуючого РУ з ОПН усі ЗА даного РУ потрібно координувати між собою за номінальною і залишковою напругами, а також за питомою енергоємністю.

4.2.162. ВРУ напругою від 15,75 кВ до 750 кВ і ПС напругою від 35 кВ до 750 кВ, а також будівлі ЗРУ і ЗПС потрібно захищати від прямих ударів блискавки.

На відкритих ПС напругою 35 кВ з трансформаторами одиничною потужністю до 1,6МВ* А незалежно від кількості таких трансформаторів, а також на відкритих ПС напругою від 3 кВ до 10 кВ з трансформаторами будь-якої потужності захист від прямих ударів блискавки не виконують.

Захист будівель ЗРУ і ЗПС, які мають металеві покриття покрівлі, потрібно виконувати заземленням цих покриттів. У разі наявності залізобетонної покрівлі і безперервного електричного зв'язку окремих її елементів захист виконують заземленням її арматури.

Захист будівель ЗРУ і ЗПС, дах яких не має металевих або залізобетонних покриттів з безперервним електричним зв'язком окремих їх елементів, потрібно виконувати стрижневими блискавководводами або укладанням грозозахисної сітки безпосередньо на даху будівлі.

У разі встановлення стрижневих блискавководвідводів на будівлі, яку захищають, від кожного блискавководводу потрібно прокладати не менше двох заземлювальних провідників переважно по протилежних боках будівлі.

Грозозахисну сітку потрібно виконувати зі сталевого дроту діаметром від 6

мм до 8 мм і укладати на покрівлю безпосередньо або під шар негорючих утеплювача або гідроізоляції. Сітка повинна мати чарунку площею не більше ніж 150 м^2 (наприклад, чарунка розміром 12 м х 12 м). Вузли сітки потрібно з'єднувати зварюванням. Заземлювальні провідники, що з'єднують грозозахисну сітку із заземлювачем ПС, потрібно прокладати не менше ніж у двох місцях (переважно з протилежних боків будівлі) і на відстані не більше ніж через 25 м один від одного по периметру будівлі. Заземлювальні провідники повинні мати рознімне (болтове) з'єднання, розташоване на висоті не більше 1 м від рівня планування, доступне для оглядання та приєднання апаратів, приладів.

Як заземлювальні провідники дозволено використовувати металеві та залізобетонні (за наявності хоча б частини ненапруженої арматури) конструкції будівель. У цьому разі потрібно забезпечувати безперервний електричний зв'язок від блискавкоприймача (грозозахисної сітки або стрижневого блискавковідводу) до заземлювача. Металеві елементи будівлі (труби, вентиляційні пристрої тощо) потрібно з'єднувати з металевою покрівлею або грозозахисною сіткою. У разі введення ПЛ у ЗРУ і ЗПС через прохідні ізолятори, розташовані на відстані менше ніж 10 м від інших струмопроводів та пов'язаних з ними струмовідних частин, ці ізолятори потрібно захищати ОПН або РВ. Захист допоміжних будівель і споруд (насосна станція, прохідна тощо), розташованих на території ПС, потрібно захищати від прямих ударів блискавки і їх вторинних проявів відповідно до вимог чинних НД з улаштування, грозозахисту будівель і споруд.

4.2.163. Захист ВРУ напругою 15,75 кВ і вище від прямих ударів блискавки потрібно виконувати окремо встановленими чи установленими на конструкціях стрижневими або тросовими блискавковідводами. Дозволено використовувати захисну дію високих споруд, які є блискавкоприймачами (опори ПЛ, прожекторні щогли, радіо щогли тощо).

На конструкціях ВРУ напругою 15,75 кВ і вище стрижневі блискавковідводи дозволено установлювати за еквівалентного питомого опору землі в грозовий сезон:

- до $500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ - незалежно від площі заземлювача ПС;

- понад $500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ - за площі заземлювача ПС 10000 м^2 і більше. Від стояків конструкцій ВРУ напругою від 15,75 кВ до 150 кВ із блискавковідводами потрібно забезпечувати розтікання струму блискавки по заземлювачу не менше ніж у двох напрямках з кутом не менше ніж 90° між сусідніми напрямками. Крім того, потрібно встановлювати не менше двох вертикальних електродів довжиною від 3 м до 5 м для ВРУ напругою 15,75 кВ і 35 кВ або одного вертикального електрода такої ж довжини для ВРУ напругою 110 кВ і 150 кВ на відстані не менше довжини електрода від місця з'єднання заземлювального провідника стояка і заземлювача, але не більше ніж 10 м від точки з'єднання. Якщо точки приєднання до заземлювача стояків двох сусідніх блискавковідводів розташовані одна від одної на відстані до 20 м по заземлювачу, дозволено встановлювати один вертикальний електрод на два стояки.

На ВРУ напругою 220 кВ і вище із блискавковідводами дозволено забезпечувати розтікання струму блискавки по заземлювачу без установлення вертикальних електродів.

На ВРУ напругою від 15,75 кВ до 150 кВ за питомого опору землі понад 500

Ом" м вертикальні електроди не застосовують.

На порталах ВРУ напругою 15,75 кВ і 35 кВ із тросовими або стрижневими блискавковідводами потрібно застосовувати ізоляційні підвіси на напругу 110 кВ з урахуванням 4.2.49 і глави 1.9 ПУЕ:2006.

У разі встановлення блискавковідводів на кінцевих опорах ПЛ напругою 110 кВ і вище спеціальні вимоги до виконання ізоляційних підвісів не застосовують.

У разі застосування ізоляційних підвісів із полімерних ізоляторів їх довжина для зазначених вище умов повинна бути не меншою від довжини ізоляційних підвісів із підвісних ізоляторів.

Установлення блискавковідводів на кінцевих опорах ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ заборонене.

Відстань повітрям від конструкцій ВРУ з блискавковідводами до струмовідних частин повинна бути не менше за довжину ізоляційного підвісу.

Місце приєднання конструкції із стрижневим або тросовим блискавковідводом до заземлювача ПС потрібно розміщувати на відстані не менше ніж 15 м по заземлювачу від місця приєднання до заземлювача силових трансформаторів (шунтувальних реакторів (ШР) і конструкцій КРУЗ напругою 6 кВ і 10 кВ.

Відстань у землі між точкою приєднання блискавковідводу до заземлювача і точкою приєднання нейтралі чи бака силового трансформатора до заземлювача повинна бути не менше ніж 3 м.

4.2.164. На трансформаторних порталах, порталах шунтувальних реакторів і конструкціях ВРУ, віддалених від силових трансформаторів або реакторів по заземлювачу на відстань менше за 15 м, блискавковідводи дозволено встановлювати тільки за еквівалентного питомого опору землі в грозовий сезон не більше ніж 350 Ом'м і за дотримання таких умов:

- безпосередньо на всіх виводах обмоток СН і НН напругою від 3 кВ до 35 кВ силових трансформаторів або на відстані не більше ніж 5 м від них по ошиновці, з урахуванням відгалужень до ЗА, потрібно встановлювати ОПН або РВ;

- потрібно забезпечувати розтікання струму блискавки по заземлювачу від стояка конструкції з блискавковідводом у трьох-чотирьох напрямках з кутом не менше ніж 90° між ними;

- на кожному напрямку, на відстані від 3 м до 5 м від краю фундаменту стояка з блискавковідводом, потрібно встановлювати по одному вертикальному електроду довжиною від 3 м до 5 м;

- на ПС з ВН 35 кВ у разі встановлення блискавковідводу на трансформаторному порталі опір заземлювача не повинен перевищувати 4 Ом без урахування заземлювачів, розміщених поза заземлювачем ВРУ;

- точки приєднання заземлювальних провідників ОПН або РВ і силових трансформаторів потрібно розміщувати поблизу одна від одної або розміщувати їх так, щоб місце приєднання ОПН або РВ до заземлювача знаходилось між точками приєднання заземлювальних провідників portalу з блискавковідводом і трансформатора. Заземлювальні провідники вимірювальних трансформаторів струму потрібно приєднувати до заземлювача РУ в найбільш віддалених точках від приєднання до нього заземлювальних провідників ОПН або РВ.

4.2.165. Захист від прямих ударів блискавки ВРУ, на конструкціях яких установлення блискавковідводів не дозволене, потрібно виконувати окремо встановленими блискавковідводами, що мають відокремлені заземлювачі, опір яких визначають згідно з табл. 2.5.29 глави 2.5 ПУЕ:2006.

Відстань ξ_3 , у метрах, між відокремленим заземлювачем блискавковідводу і заземлювачем ВРУ (ПС) повинна становити (але не менше ніж 5 м):

$$\xi_3 > 0,2 \times D, \quad (4.2.6)$$

де D , - імпульсний опір заземлення, окремо встановленого блискавковідводу, Ом.

Відстань повітрям у метрах, між окремо встановленим блискавковідводом з відокремленим заземлювачем і струмовідними частинами, заземленими конструкціями та устаткуванням ВРУ (ПС) повинна становити (але не менше ніж 5 м):

$$B_{\text{пв}} > 0,12 \times D_{\text{ч}} - 0,1 \times H, \quad (4.2.7)$$

де H - висота точки, яку розглядають, на блискавковідводі над рівнем землі, м.

Якщо окремо встановлені блискавковідводи застосовують з міркувань недоцільності їх установлення на конструкціях ВРУ, то заземлювачі таких окремо встановлених блискавковідводів потрібно приєднувати до заземлювача ВРУ (ПС) з дотриманням зазначених в 4.2.163 умов для встановлення блискавковідводів на конструкціях ВРУ. Місце приєднання заземлювача окремо встановленого блискавковідводу до заземлювача ПС повинне бути віддалено по заземлювачу на відстань не менше ніж 15 м від місця приєднання до заземлювача силового трансформатора (шунтувального реактора). Приєднання заземлювача окремо встановленого блискавковідводу до заземлювача ВРУ напругою від 35 кВ до 220 кВ потрібно виконувати в двох-трьох точках у напрямках з кутом не менше ніж 90° між ними.

Заземлювачі блискавковідводів, установлених на прожекторних щоглах, потрібно приєднувати до заземлювача ПС. У разі неможливості виконання умов, зазначених в 4.2.163, додатково до загальних вимог приєднання заземлювачів окремо встановлених блискавковідводів потрібно дотримуватись таких умов:

- у радіусі 5 м від краю фундаменту блискавковідводу потрібно встановлювати три вертикальні електроди довжиною від 3 м до 5 м;

- якщо відстань по заземлювачу між місцем приєднання заземлювального провідника блискавковідводу до заземлювача ВРУ (ПС) і місцем приєднання до заземлювача ВРУ (ПС) силового трансформатора (ШТР) перевищує 15 м, але менша ніж 40 м, то на виводах обмоток напругою до 35 кВ трансформатора потрібно встановлювати ОПН або РВ.

Відстань повітрям $\delta_{\text{пв}}$, у метрах, між окремо встановленим блискавковідводом, заземлювач якого з'єднаний із заземлювачем ВРУ (ПС), і струмовідними частинами повинна становити:

$$\delta_{\text{пв}} > 0,1 \times H \times I, \quad (4.2.8)$$

де H - висота струмовідних частин над рівнем землі, м; I - довжина ізоляційного підвісу, м.

Не дозволено встановлювати блискавковідводи на конструкціях ВРУ, що знаходяться на відстані менше ніж 15 м від силових трансформаторів, до яких відкритими струмопроводами приєднано обертові машини, а також на конструкціях відкритих струмопроводів, до яких приєднано обертові машини. У цих випадках для грозозахисту потрібно застосовувати окремо встановлені блискавковідводи або блискавковідводи, установлені на інших конструкціях.

4.2.166. Тросові блискавковідводи ПЛ напругою 110 кВ і вище може бути приєднано до заземлених конструкцій ВРУ (ЗПС).

Від стояків конструкцій ВРУ напругою 110 кВ і вище, до яких приєднано тросові блискавковідводи, потрібно забезпечувати розтікання струму блискавки по заземлювачу не менше ніж в двох-трьох напрямках з кутом не менше ніж 90° між ними.

Тросові блискавковідводи, що захищають підходи ПЛ напругою 35 кВ, дозволено приєднувати до заземлених конструкцій ВРУ за еквівалентного питомого опору землі в грозовий сезон:

- до 500 Ом м - незалежно від площі заземлювача ПС;

- понад 500 Ом м - за площі заземлювача ПС 10000 м² і більше. Від стояків конструкцій ВРУ напругою 35 кВ, до яких приєднано тросові блискавковідводи, з'єднання із заземлювачем ВРУ потрібно виконувати не менше ніж в двох-трьох напрямках з кутом не менше ніж 90° між ними. Крім того, на кожному напрямку потрібно встановлювати по одному вертикальному електроду довжиною від 3 м до

5 м на відстані не менше ніж 5 м від краю фундаменту стояка. За питомого опору землі більше 500 Ом м вертикальні електроди не застосовують.

Опір заземлювачів найближчих до ВРУ опор ПЛ напругою 35 кВ не повинен перевищувати 10 Ом.

Тросові блискавковідводи на підходах ПЛ напругою 35 кВ до тих ВРУ, до яких не дозволене їх приєднання, повинні закінчуватися на найближчій до ВРУ опорі. Перший від ВРУ безтросовий прогін цих ПЛ потрібно захищати стержневими блискавковідводами, установленими на ПС, опорах ПЛ або біля ПЛ.

4.2.167. У разі використання прожекторних щогл як блискавковідводів електропроводку до них на ділянці від точки виходу з кабельної споруди до щогли й далі по ній потрібно виконувати кабелями з металевою оболонкою або кабелями без металевої оболонки в металевих трубах. Біля конструкції із блискавковідводом ці кабелі потрібно прокладати безпосередньо в землі на довжині не менше ніж 10 м.

У місці введення кабелів у кабельну споруду металеву оболонку кабелів, броню і металеву трубу потрібно приєднувати до заземлювача ПС.

4.2.168. ПЛ напругою 35 кВ і вище повинні мати грозозахисні підходи до ПС. Грозозахисним підходом ПЛ слід вважати ділянку ПЛ із грозозахисним тросом (тросами) або із встановленими на опорах ЗА, довжина якої (від ПС) забезпечує достатнє згладжування фронту імпульсної напруги і струму в ЗА на РУ. Довжина грозозахисних підходів становить:

- від 1 км до 2 км для ПЛ напругою 35 кВ;
- від 1 км до 3 км для ПЛ напругою 110 кВ;

- від 2 км до 3 км для ПЛ напругою від 150 кВ до 330 кВ;
- до 4 км для ПЛ напругою 500 кВ і 750 кВ.

Для ПС напругою 35 кВ з одним трансформатором потужністю до 1,6 МВ • А без резервного живлення дозволено зменшувати довжину грозозахисного підходу ПЛ до 0,5 км за умови застосування опор ПЛ напругою 35 кВ з горизонтальним розташуванням проводів і з двома тросами.

Захисні кути грозозахисних тросів та опір заземлювачів опор підходів ПЛ повинні відповідати значенням, наведеним відповідно в 2.5.119 і 2.5.127 глави 2.5 ПУЕ:2006.

На кожній опорі підходу ПЛ, за винятком випадків, передбачених в 2.5.120 глави 2.5 ПУЕ:2006, трос потрібно приєднати до заземлювача опори.

У п'ятому та шостому районах кліматичних умов з ожеледі, у гірській місцевості з характеристичним значенням навантаження від ожеледі понад 30 Н/м і в районах з еквівалентним питомим опором землі більше ніж 500 Ом м дозволено виконувати захист підходів ПЛ до РУ (ПС) окремо встановленими стрижневими блискавковідводами з використанням залізобетонних фундаментів стояків як заземлювачів.

4.2.169. На першій опорі грозозахисного підходу ПЛ напругою 35 кВ і 110 кВ на відстані від ПС, обумовленою табл. 4.2.5, потрібно встановлювати комплект відповідних ЗА у таких випадках:

- лінія на всій довжині, включаючи грозозахисний підхід, побудована на дерев'яних опорах;
- лінія побудована на дерев'яних опорах, грозозахисний підхід лінії побудований на металевих або залізобетонних опорах;
- захист грозозахисного підходу ПЛ напругою 35 кВ на дерев'яних опорах до ПС напругою 35 кВ виконаний за спрощеною схемою згідно з 4.2.178.

Установлення ЗА на початку підходів ПЛ, побудованих на всій довжині на металевих або залізобетонних опорах, не потрібне.

Опір заземлювача опор ПЛ із ЗА повинен бути не більше ніж 10 Ом за питомого опору землі не вище ніж 500 Ом м і не більше ніж 15 Ом за більш високого питомого опору землі. На дерев'яних опорах ПЛ заземлювальні провідники від цих ЗА потрібно прокладати по двох стояках або із двох боків одного стояка.

На ПЛ напругою 35 кВ та існуючих ПЛ напругою 110 кВ, які мають захист тросом не на всій довжині і в грозовий сезон можуть бути тривало вимкнені з одного боку, потрібно встановлювати комплект ЗА (Р2) на вхідних порталах або на першій від ПС опорі того кінця ПЛ, що може бути відімкненим. У разі наявності на вимкненому кінці ПЛ трансформаторів напруги як ЗА потрібно встановлювати ОПНабоРВ.

Відстань від Р2 до вимкненого кінця лінії (апарата) повинна бути не більше ніж 60 м для ПЛ напругою 110 кВ і не більше ніж 40 м для ПЛ напругою 35 кВ.

4.2.170. На ПЛ, які працюють на зниженій щодо класу ізоляції напрузі, на першій опорі грозозахисного підходу її до ПС, рахуючи з боку лінії, тобто на відстані від ПС, обумовленій табл. 4.2.5 і 4.2.6 залежно від віддалення ОПН або РВ від устаткування, яке захищають, потрібно встановлювати III класу напруги, що відповідає класу напруги лінії.

Дозволено встановлювати захисні проміжки або шунтувати перемичками

частину ізоляторів у ізоляційних підвісах на декількох суміжних опорах (за відсутності забруднення ізоляції промисловими, солончаковими, морськими та іншими видами забруднень). Кількість ізоляторів у ізоляційних підвісах, що зали* шаються незашунтованими, повинна відповідати робочій напрузі ПЛ.

На ПЛ з ізоляцією, посиленою за умовою забруднення атмосфери, якщо початок грозозахисного підходу до ПС відповідно до табл. 4.2.5 і 4.2.6 знаходиться на ділянці з посиленою ізоляцією, на першій опорі грозозахисного підходу (з боку ПЛ) потрібно встановлювати комплект ЗА, які відповідають робочій напрузі ПЛ.

4.2.171. На ПЛ напругою від 3 кВ до 35 кВ з дерев'яними опорами в заземлювальних провідниках захисних проміжків потрібно встановлювати додаткові захисні проміжки на висоті не менше ніж 2,5 м від рівня землі. Розміри захисних проміжків наведено в табл. 4.2.4.

Таблиця 42.4. Розміри основних і додаткових захисних проміжків

Номинальна напруга ПЛ, кВ	Розміри захисних проміжків, мм	
	основних	додаткових
3	20	5
6	40	10
10	60	15
35	250	30

4.2.172. У РУ напругою 35 кВ і вище, до яких приєднано ПЛ, потрібно встановлювати ОПН або РВ.

На новозбудованих ПС напругою від 110 кВ до 750 кВ, а також під час реконструкції ПС (РУ) напругою від 110 кВ до 750 кВ вентиляльні розрядники як ЗА від перенапруги не застосовують.

Захисні апарати від перенапруги потрібно вибирати з урахуванням координації їх захисних характеристик з характеристиками ізоляції устаткування, що захищають, відповідності найбільшої робочої напруги ЗА до найбільшої робочої напруги мережі, з урахуванням вищих гармонік, а також допустимого підвищення напруги протягом часу дії резервних релейних захистів у разі однофазного замикання на землю, у разі одностороннього увімкнення лінії або перехідного резонансу на вищих гармоніках.

За збільшених відстаней між ЗА та устаткуванням, що захищають, з метою скорочення кількості встановлюваних апаратів можна застосовувати ОПН або РВ із більш низьким рівнем залишкової напруги, ніж це потрібно за умов координації ізоляції.

Відстані по ошиновці від ОПН до трансформаторів та іншого устаткування, включаючи відгалуження і висоту ОПН, повинні бути не більше зазначених у табл. 4.2.5-4.2.8 (див. також 4.2.164). Аналогічні відстані від РВ наведено в додатку Б.

Зазначені в табл. 4.2.5-4.2.8 найбільші допустимі захисні відстані до електроустаткування відповідають базовим параметрам, наведеним у табл. 4.2.9.

Таблиця 4.2.5. Найбільші захисні відстані від ОПН до електроустаткування напругою від 35 кВ до 220 кВ

Напруга мережі, кВ	Кількість приєднаних ПЛ	Довжина гро- зозахисного підходу ПЛ, км	Відстань від найближчої ОПН, м			
			до силових трансформаторі в за кількості		до іншого устат- кування за кількості ОПН	
			10ПН	2 ОПН	10ПН	2 ОПН
1	2	3	4	5	6	7
35	1 ПЛ	1,0	25	35	50	70
		1,5	40	60	70	100
		2,0 і більше	50	80	80	140
	2 ПЛ	1,0	40	50	60	120
		1,5	60	70	95	140
		2,0 і більше	80	100	100	180
	Понад 2 ПЛ	1,0	45	60	60	120
		1,5	70	80	95	140
		2,0 і більше	100	110	100	180
110	1 ПЛ	1,0	25	55	90	120
		2,0	75	130	160	200
		3,0 і більше	130	220	200	280
	2 ПЛ	1,0	35	80	130	190
		2,0	75	160	250	290
		3,0 і більше	140	270	250	280
	Від ЗПЛ до 6 ПЛ	1,0	45	110	130	190
		2,0	100	200	250	280
		3,0 і більше	150	270	250	280
Понад 6 ПЛ	1,0	45	110	500	500	
	2,0	100	200			
	3,0 і більше	150	270			
150	1 ПЛ	2,0	10	40	85	140
		2,5	15	80	110	200
		3,0 і більше	45	100	160	260
	2 ПЛ	2,0	40	70	110	170
		2,5	75	100	160	250
		3,0 і більше	95	120	200	330
	Від ЗПЛ до 5 ПЛ	2,0	50	75	110	170
		2,5	90	100	160	250
		3,0 і більше	110	140	200	330
Понад 5 ПЛ	2,0	50	75	500	500	
	2,5	90	100			
	3,0 і більше	110	140			

1	2	3	4	5	6	7
220	1ПЛ	2,0	15	45	90	160
		2,5	20	90	120	220
		3,0 і більше	50	120	170	280
	2ПЛ	2,0	45	80	120	180
		2,5	85	120	170	270
		3,0 і більше	110	140	220	360
	3ПЛ	2,0	60	85	120	180
		2,5	100	120	170	270
		3,0 і більше	130	160	220	360
	Понад 3ПЛ	2,0	60	85	800	800
		2,5	100	120		
		3,0 і більше	130	160		

Таблиця 4.2.6. Найбільші захисні відстані від ОПН до електроустановки напругою 330 кВ

Характеристика РУ	Кількість ОПН		Довжина грозозахисного підходу ПЛ, км	Відстань від найближчого ОПН,		
	біля силових трансформаторів	в ланці приєднання ПЛ		до силових трансформаторів*	до трансформаторів напруги*	до іншого устаткування
Блок ПЛ+АТ	1		2,5	Грозозахист не забезпечений		
			3,0	30	40	160
			4,0 і більше	80	120	190
	1	1	2,5	Грозозахист не забезпечений		
			3,0	30	140	400**
			4,0 і більше	140	340	500**
Блок ПЛ + 2АТ	2		2,5	Грозозахист не забезпечений		
			3,0	35	45	170
			4,0 і більше	85	130	200
Трикутник 2 ПЛ + АТ	1	"	2,5	80	160	520
			3,0 і більше	130	210	570
Чотири кутник 2ПЛ+2АТ	2		2,5	130	440	1000
			3,0 і більше	220	650	
3ПЛ + 2АТ	2	—	2,5	130	720	
			3,0 і більше	220	1000	
ПЛ + АТ	1	—	2,5	110	270	
			3,0 і більше	160	1000	

* Уразі застосування на грозозахисних підходах ПЛ опор із горизонтальним розташуванням проводів дозволено збільшувати відстані:
 - від РВ до силових трансформаторів - у 2 рази;
 - від РВ до трансформаторів напруги - у 1,5 рази.
 ** Відстань від РВ, встановленої біля силового трансформатора.

Таблиця 4.2.7. Найбільші захисні відстані від ОПН до електроустаткування напругою 500 кВ

Характеристика РУ	Кількість ОПН		Відстань від найближчого ОПН, м		
	біля силових трансформаторів	у ланці приєднання ПЛ	до силових трансформаторів	до трансформаторів напруги	до іншого устаткування
Блок ПЛ + АТ	1	1	150	220*	260*
Трикутник 2ПЛ + АТ	1	1	210	510*	600*
Чотирикутник 2ПЛ + 2АТ	2	—	260	510	1000
3ПЛ+2АТ	2	—	380	650	
3ПЛ + АТ	1	—	280	580	

* Відстань від ОПН у ланці приєднання ПЛ.

Таблиця 4.2.8. Найбільші захисні відстані від ОПН до електроустаткування напругою 750 кВ

Характеристика РУ	Кількість ОПН			Відстань від найближчого ОПН		
	біля силових трансформаторів	біля ШР	у ланці приєднання ВЛ	до силових трансформаторів в ШР	до трансформаторів напруги	до іншого устаткування
ПЛ + АТ + ШР	1	1	1	120	330	1000
ПЛ + АТ + 2ШР	1	2	—	120	230	580
ПЛ + АТ + 2ШР	1	2	1	230	380	1000
ПЛ + 2АТ + ШР	2	1	—	80	230	580
Те саме	2	1	1	210	380	1000
2ПЛ + АТ + 2ШР	1	2	—	160	200	580
2ПЛ + 2АТ + 2ШР	2	2	—	200	200	580

Зазначені в табл. 4.2.5-4.2.8 найбільші допустимі захисні відстані до електроустаткування відповідають базовим параметрам, наведеним у табл. 4.2.9.

Таблиця 4.2.9. Значення базових параметрів таблиць 4.2.5-4.2.8

Напруга мережі, кВ	Хвиля струму 8/20 мкс, кА	Залишкова напруга ОПН U_0 , кВ	Випробувальна напруга U_B , кВ, для устаткування:		
			силових трансформаторів	трансформаторів	іншого устаткування
35	5	120	200	185	185
110	5	245	480	425	425
150	5	345	550	585	585
220	5	445	750	835	835
330	10	650	1050	1200	1100
500	10	950	1550	1675	1500
750	10	1350	2100	2100	2100

У разі потреби збільшення допустимих захисних відстаней дозволено виконувати такі заходи:

- додатково встановлювати ЗА на шинах або лінійних приєднаннях;
- застосовувати конструкцію грозозахисних підходів ПЛ напругою від 35 кВ до 330 кВ на опорах із горизонтальним розташуванням проводів і двома тросами;
- встановлювати ОПН із залишковими напругами, меншими від базових (табл. 4.2.9), із перерахуванням відстані за формулою:

(4.2.9)

$$x \circ u_{\epsilon} - u_0$$

де B_x - найбільша захисна відстань у разі встановлення ОПН із залишковою напругою, відмінною від базової, м;

B_0 - найбільша захисна відстань (базова відстань) згідно з табл.

4.2.5 — 4.2.8, м;

u_0 - залишкова напруга базового ОПН згідно з табл. 4.2.9, кВ;

u_x - залишкова напруга ОПН, який встановлюють відповідно на струм 5 кА або 10 кА, кВ;

u_{ϵ} - випробувальна напруга устаткування згідно з табл. 4.2.9, кВ.

У разі застосування ОПН із залишковою напругою, більшою від базового значення 17_0 , захисну відстань потрібно скоригувати за формулою 4.2.9 у бік її зменшення.

Найбільші допустимі відстані між ЗА та устаткуванням, яке захищають, визначають з урахуванням кількості ліній і ЗА, приєднаних в нормальному режимі роботи ПС.

Кількість і місце встановлення ЗА потрібно вибирати з огляду на прийняті на розрахунковий період схеми електричних з'єднань, кількість ПЛ і силових трансформаторів. У цьому разі відстані від устаткування, яке захищають, до ОПН або РВ повинні бути в межах, допустимих також на проміжних етапах розвитку ПС із тривалістю, не меншою за тривалість грозового сезону. Аварійні та ремонтні режими роботи у цьому разі не враховують.

4.2.173. ОПН або РВ у колах трансформаторів і ШР потрібно встановлювати без комутаційних апаратів між ними та обладнанням, яке захищають. ЗА під час знаходження устаткування під напругою повинні бути постійно увімкненими.

4.2.174. У разі приєднання трансформатора кабельною лінією напругою 35 кВ і вище до РУ, що має ПЛ, у місці приєднання кабелю до шин РУ потрібно встановлювати комплект ОПН або РВ. Заземлюючий затискач ОПН або РВ потрібно приєднувати до металеві оболонки кабелю. У разі приєднання до шин РУ декількох кабелів, безпосередньо з'єднаних із силовими трансформаторами, на шинах РУ встановлюють один комплект ОПН або РВ. Місце їх установа потрібно вибирати якнайближче до місця приєднання кабелів.

За довжини кабелю більше подвоєної відстані, зазначеної в табл. 4.2.5 -4.2.8 або в додатку Б, біля силового трансформатора додатково потрібно встановлювати ОПН або РВ з такою ж залишковою напругою, як у ЗА на початку кабелю.

4.2.175. Обмотки НН і СН силових трансформаторів (АТ), які не використовують для живлення електроприймачів, а також обмотки, які

тимчасово від'єднано від шин РУ в грозовий період, потрібно з'єднувати в зірку або трикутник і захищати ОПН або РВ, які вмикають між уводами кожної фази і землею. Захист обмоток НН, які не використовують для живлення електроприймачів, розташованих першими від магнітопроводу, можна виконувати заземленням однієї із вершин трикутника, однієї із фаз або нейтралі зірки чи встановленням ОПН або РВ відповідного класу напруги на кожній фазі.

Захист обмоток, які не використовують для живлення електроприймачів, не виконують у разі постійного приєднання до них кабельної лінії довжиною не менше ніж 30 м, що має заземлену оболонку чи броню.

4.2.176. Нейтралі АТ і нейтралі обмоток напругою 10 кВ і вище силових трансформаторів повинні мати постійне заземлення.

У нейтралі обмоток ВН силових трансформаторів напругою 110 кВ і вище, для яких дозволений режим роботи з ізольованою нейтраллю, потрібно передбачати встановлення комутаційних заземлювальних апаратів (з ручним або автоматичним керуванням) і спеціальних ОПН з рівнем обмеження напруг, скоординованих з рівнем ізоляції нейтралі.

4.2.177. РУ напругою 3 кВ, 6 кВ і 10 кВ, до яких приєднано ПЛ, потрібно захищати ОПН або РВ, установленими на шинах або біля силових трансформаторів. ОПН або РВ у одній камері РУ із трансформатором напруги потрібно приєднувати перед запобіжником трансформатора напруги.

У разі конструктивного виконання з'єднання силових трансформаторів з шинами РУ напругою 3 кВ, 6 кВ і 10 кВ просто неба (повітряний зв'язок) відстані від ОПН і РВ до устаткування, яке захищають, не повинні перевищувати 60 м для ПЛ на дерев'яних опорах і 90 м для ПЛ на залізобетонних та металевих опорах.

У разі приєднання силових трансформаторів до шин кабелями відстані від установлених на шинах ОПН або РВ до трансформаторів не обмежують.

Захист блискавковододами підходів ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ до ПС за умовами грозозахисту не виконують.

На підходах до ПС ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ із дерев'яними опорами потрібно встановлювати комплект ЗА (Р1) на відстані від 200 м до 300 м від ПС. На ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ, які в грозовий сезон можуть бути тривало вимкненими з одного боку, потрібно встановлювати ЗА (Р2) на конструкції ПС або на кінцевій опорі того кінця ПЛ, що може бути тривало вимкненим. Як ЗА Р1 і Р2 застосовують розрядники. Відстань від Р2 до вимкненого вимикача по ошиновці не повинна перевищувати 15 м. За потужності силового трансформатора до 0,63 МВ-А дозволено не встановлювати ЗА на підходах ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ з дерев'яними опорами. У разі неможливості витримати зазначені відстані, а також за наявності на вимкненому кінці ПЛ трансформаторів напруги як Р2 повинно бути встановлено РВ або ОПН. Відстань від РВ до устаткування, яке захищають, не повинна перевищувати 10 м. У разі застосування ОПН із залишковою напругою, меншою від базового значення \dot{U}_0 , захисну відстань потрібно скоригувати за формулою 4.2.9 у бік її збільшення.

У разі встановлення ОПН або РВ на всіх уводах ПЛ на ПС і їх віддалення від під станційного устаткування в межах допустимих значень за умовами

грозозахисту ЗА на шинах ПС можна не встановлювати. Опір заземлення ЗА Р1 і Р2 не повинен перевищувати 10 Ом за питомого опору землі до 500 Ом • м і 15 Ом за більш високого питомого опору землі.

На підходах ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ із металевими і залізобетонними опорами до ПС встановлювати ЗА не потрібно. Однак у разі застосування на ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ ізоляції, посиленої більше ніж на 30% (наприклад, через забруднення атмосфери), на відстані від 200 м до 300 м від ПС і на уводах ПЛ потрібно встановлювати Ш.

Металеві та залізобетонні опори на відстані від 200 м до 300 м підходу до ПС потрібно заземлювати з опором не більше наведеного в табл. 2.5.29 глави 2.5 ПУЕ:2006.

Захист ПС напругою 6 кВ і 10 кВ із НН до 1 кВ, до яких приєднано ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ, потрібно виконувати ОПН або РВ, встановлюваними з боку ВН ІСНПС.

У разі приєднання ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ до ПС за допомогою кабельної вставки довжиною понад 50 м потрібно для її захисту встановлювати комплект ОПН або РВ у місці приєднання кабелю до ПЛ, а також на шинах ПС, до яких приєднано кабельну вставку.

За довжини кабельної вставки до 50 м потрібно встановлювати комплект ОПН або РВ тільки в місці приєднання кабелю до шин РУ. У цьому разі заземлювальний затискач ОПН або РВ, металеві оболонки кабелю, а також корпус кабельної муфти потрібно з'єднувати між собою найкоротшим шляхом. Заземлювальний затискач ОПН або РВ потрібно з'єднувати із заземлювачем окремим заземлювальним провідником. Опір заземлювача апарата повинен бути не більше значень, наведених у табл. 2.5.29 глави 2.5 ПУЕ:2006. Якщо ПЛ виконано на дерев'яних опорах, на ПЛ на відстані від 200 м до 300 м від кінця кабелю потрібно встановлювати комплект ЗА.

Грозозахист струмопроводів напругою 6 кВ і 10 кВ здійснюють як грозозахист ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ відповідно.

4.2.178. Захист ПС напругою 35 кВ і 110 кВ із силовими трансформаторами потужністю до 40 МВ * А, приєднаних до відгалужень довжиною менше ніж 1 км від існуючих ПЛ, що не захищені тросом, дозволено виконувати за спрощеною схемою (рис. 4.2.16) за таких умов:

- ОПН або РВ встановлюють на відстані від силового трансформатора не більше ніж 10 м у разі використання РВ Ш групи і не більше ніж 15 м у разі використання РВ II групи або ОПН; відстані від ОПН або РВ до іншого устаткування не повинні перевищувати 50 м;

- тросові блискавковідводи підходу до ПС виконують на всій довжині відгалуження; за довжини відгалуження менше ніж 150 м потрібно додатково захищати існуючу ПЛ тросовими або стрижневими блискавковідводами на однім прогоні в обидва боки від відгалуження;

- комплекти ЗА Р1 і Р2 (опір заземлювачів кожного комплекту повинен бути не більше ніж 10 Ом) встановлюють на підходах ПЛ з дерев'яними опорами: Р2 - встановлюють на першій опорі із тросом з боку ПЛ або на межі ділянки, що захищається стрижневими блискавковідводами; Р1 - на незахищеній ділянці ПЛ на відстані від 150 м до 200 м від Р2.

За довжини підходу більше ніж 500 м установлення комплекту Р1 не вико* нують.

Захист ПС, на яких відстані між РВ і силовим трансформатором перевищують відстань 10 м або перевищують відстань 15 м між ОПН і трансформатором, виконують з дотриманням вимог, наведених у 4.2.172.

Спрощену схему захисту ПС згідно з викладеними вище вимогами можна виконувати також у разі приєднання ПС до діючої ПЛ за допомогою коротких заходів (рис. 4.2.17). У цьому разі силові трансформатори має бути захищено ОПН або РВ II групи.

Для ПС, яку присьднують до новозбудованої ПЛ, виконаної за вимогами глави

2.5 ПУЕ:2006, схему спрощеного захисту не застосовують.

У районах з питомим опором землі $500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ і більше опір заземлювача ЗА Р1 і Р2 не повинен перевищувати 30 Ом . У цьому разі заземлювач апарата Р2 потрібно з'єднувати із заземлювачем ПС.

4.2.179. Комутаційні апарати, які встановлюють на опорах існуючих ПЛ напругою до 10 кВ, що захищені тросом не по всій довжині, потрібно захищати ЗА, які встановлюють на тих же опорах з боку споживача. Якщо комутаційний апарат може бути тривало вимкнений, ЗА потрібно встановлювати на тій же опорі з кожного боку комутаційного апарата, що перебуває під напругою.

У разі встановлення комутаційних апаратів на відстані до 25 м по довжині ПЛ від місця приєднання лінії до ПС або РП установлення ЗА на опорі не виконують. Якщо комутаційні апарати в грозвий сезон нормально вимкнено, то з боку ПЛ на опорі потрібно встановлювати ЗА.

На ПЛ напругою до 10 кВ із залізобетонними і металевими опорами дозволено не встановлювати ЗА для захисту комутаційних апаратів, які мають ізоляцію того ж класу, що і ПЛ.

Установлення комутаційних апаратів у межах захищених тросом підходів ПЛ, зазначених в 4.2.178, дозволено на першій опорі з боку лінії, а також на наступних опорах підходу за умови однакового рівня ізоляції підходу.

Опір заземлювачів апаратів повинен задовольняти вимоги, наведені у 2.5.127 глави 2.5 ПУЕ:2006.

4.2.180. Відгалуження від ПЛ, виконане на металевих і залізобетонних опорах, потрібно захищати тросом на всій довжині, якщо воно приєднане до ПЛ, захищеної тросом на всій довжині.

4.2.181. На кінцевій опорі кожної ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ з дерев'яними опорами, приєднаної до СП напругою 6 кВ і 10 кВ, потрібно встановлювати по одному комплекту ЗА. У цьому разі заземлювальні провідники ЗА потрібно приєднувати до заземлювача СП.

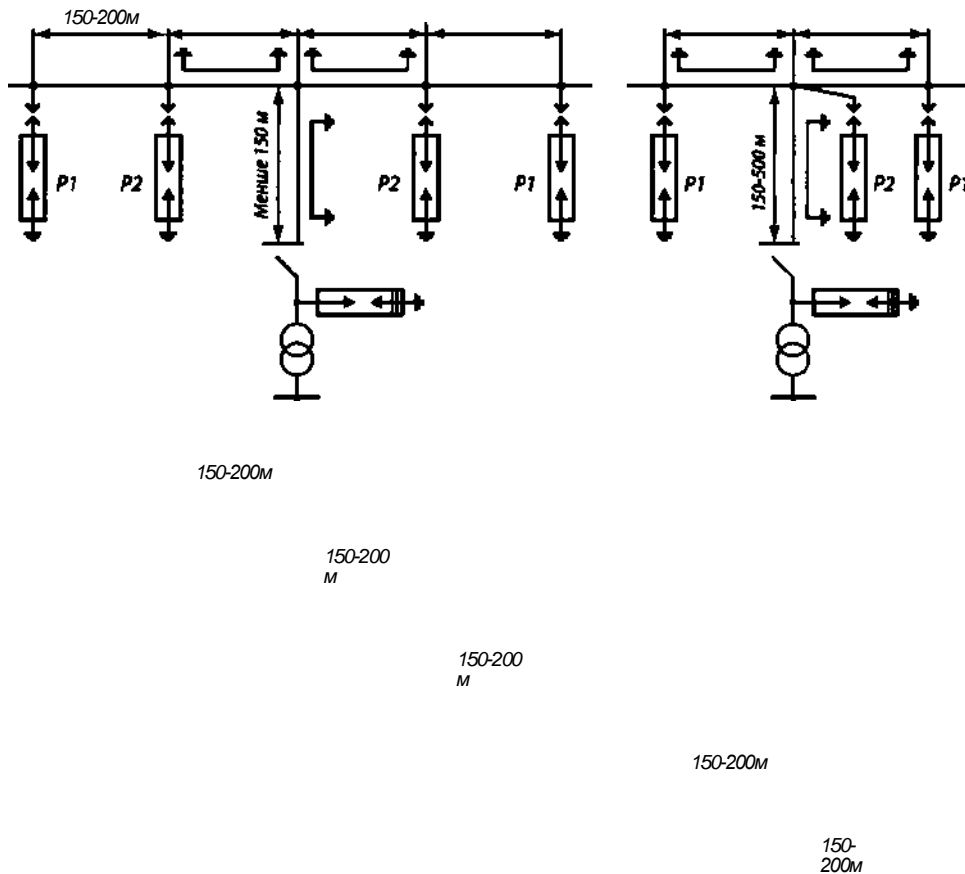
4.2.182. У разі приєднання до шин ПС (РП) електричних двигунів напругою понад 1 кВ потрібно передбачати такі заходи щодо їх захисту від грозових перенапруг:

1) у разі приєднання електродвигуна потужністю понад 3 МВт до шин РУ, які мають приєднання ПЛ, для захисту електродвигуна застосовують кабельні вставки на ПЛ з установленням ЗА (ОПН або РВ) на шинах РУ, на ПЛ і на кабелі з боку ПЛ та з установленням захисних ємностей на шинах РУ. Опір заземлення ЗА не повинен перевищувати 10 Ом , а захисна ємність повинна становити не

менше ніж 0,5 мкФ на фазу;

2) у разі приєднання електродвигуна потужністю до 3 МВт до шин РУ, які мають приєднання ПЛ, для захисту електродвигуна вживають заходів, зазначених в переліку 1), за винятком установлення ОПН (РВ) на ПЛ;

3) у разі приєднання електродвигуна будь-якої потужності до шин РУ, які не мають приєднання ПЛ, та за відсутності відкритого струмопроводу в колі приєднання електродвигуна до шин РУ спеціальні заходи щодо захисту електро-



двигуна від грозових перенапруг не передбачають.

Рис. 4.2.16. Схеми спрощеного захисту від грозових перенапруг ПС, приєднаних до ПЛ відгалуженнями

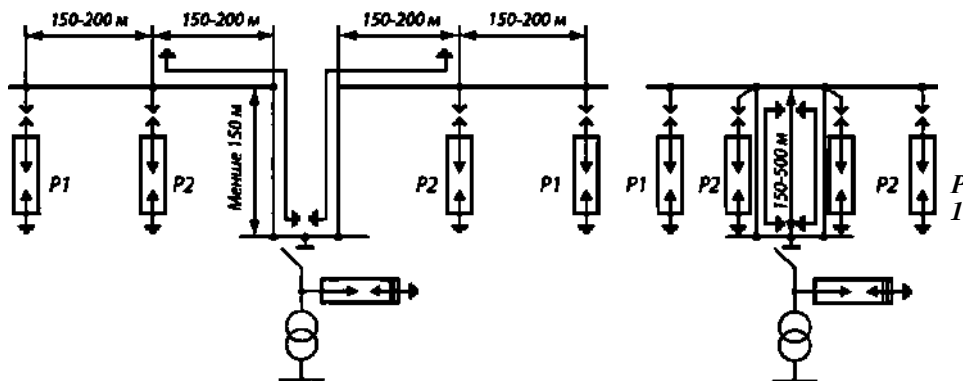


Рис. 4.2.17. Схеми захисту від грозових перенапруг ПС, приєднаних до ПЛ за допомогою заходів

У разі використання відкритого струмопроводу в колі приєднання електродвигуна до шин РУ струмопровід потрібно захищати від прямих ударів блискавки блискавковідводами ПС, окремо встановленими блискавковідводами або грозозахисними тросами (підвішеними на окремих опорах) з кутом захисту не менше ніж 20° . Блискавковідводи повинні мати відокремлені заземлювачі, які виконують з дотриманням вимог 4.2.165.

Дозволено приєднувати відокремлений заземлювач до заземлювача ПС. Місце приєднання відокремленого заземлювача до заземлювача ПС повинно бути віддалено від місця приєднання конструкцій струмопроводу до заземлювача ПС на відстань не менше ніж 15 м.

ЗАХИСТ ВІД ВНУТРІШНІХ ПЕРЕНАПРУГ

4.2.183. Для обмеження внутрішніх перенапруг (комутаційних і квазі-стаціонарних), небезпечних для ізоляції електрообладнання, потрібно застосовувати ОПН або РВ II групи, вимикачі з резисторами попереднього вмикання, електромагнітні та антирезонансні трансформатори напруги, резисторні дільники напруги тощо. Ці заходи доцільно поєднувати із заходами обмеження тривалого підвищення напруги за 4.2.187.

4.2.184. В електричних мережах напругою від 6 кВ до 35 кВ із застосуванням компенсації ємнісних струмів однофазних замикань на землю установленням дугогасних заземлювальних реакторів потрібно вирівнювати ємності фаз мережі відносно землі. Несиметрія ємностей за фазами відносно землі не повинна перевищувати 0,75%.

В електричних мережах напругою 6 кВ і 10 кВ потрібно застосовувати переважно автоматичне настроювання компенсації ємнісного струму.

Дугогасні заземлювальні реактори не дозволено встановлювати на ПС, яка пов'язана з компенсованою електричною мережею тільки однією лінією передавання, а також приєднувати до нейтралі трансформатора, що захищений запобіжниками.

4.2.185. Потрібно запобігати самовільним зміщенням нейтралі та ферорезонансним процесам в електричних мережах і електроустановках напругою від 3

кВ до 35 кВ, в яких відсутня компенсація ємнісного струму однофазного замикання на землю або відсутні генератори і синхронні компенсатори з безпосереднім водяним охолодженням обмоток статора, а також у тих електричних мережах, де є компенсація ємнісного струму однофазного замикання на землю, але можливе відділення дугогасних реакторів в автоматичному чи оперативному режимах.

У разі необхідності в електроустановках застосовують будь-які з таких заходів запобігання розвитку ферорезонансних процесів:

- у коло з'єднаної в розімкнений трикутник вторинної обмотки трансформаторів напруги від 3 кВ до 35 кВ, яку використовують для контролю ізоляції, потрібно вмикати резистор опором 25 Ом (розрахований на тривале проходження струму 4 А). У схемі «блок генератор-трансформатор» потрібно додатково передбачати другий такий же резистор, який автоматично шунтує постійно увімкнений резистор у разі появи ферорезонансного процесу;

- у коло з'єднаної в розімкнений трикутник вторинної обмотки трансформаторів напруги від 3 кВ до 35 кВ, яку використовують для контролю ізоляції, потрібно вмикати пристрій для тимчасового вмикання низькоомного резистора на час усунення ферорезонансного процесу;

- в електроустановках, в яких не здійснюють вимірювання фазних напруг відносно землі (контроль ізоляції) або напруг нульової послідовності, потрібно застосовувати трансформатори напруги, первинні обмотки яких не мають з'єднання із землею. У разі необхідності вимірювання фазних напруг відносно землі (контроль ізоляції) або напруг нульової послідовності потрібно використовувати вимірювальні блоки, приєднані до ТН з первинними обмотками, увімкненими на лінійну напругу, та ємнісні (резистивні тощо) дільники напруги;

- заземлювати нейтраль через високоомний резистор;

- тощо.

4.2.186. Обмотки силових трансформаторів (АТ), а також ШР потрібно захищати від внутрішніх перенапруг за допомогою ОПН або РВ II групи, які встановлюють поблизу трансформаторів (АТ) відповідно до 4.2.173.

4.2.187. Потрібно передбачати заходи з обмеження тривалого підвищення напруги в РУ напругою від 330 кВ до 750 кВ застосуванням ШР, схемних рішень, системної автоматики та автоматики захисту від підвищення напруги.

Допустимі підвищення напруги для устаткування напругою від 330 кВ до 750 кВ потрібно приймати залежно від тривалості їх дії.

4.2.188. Рівень обмеження комутаційних перенапруг визначають на підставі вимог з координації ізоляції. Основними параметрами координації ізоляції є випробувальні напруги ізоляції електроустаткування і залишкова напруга 3А (від перенапруг), що визначають за струмів комутаційного імпульсу (від 0,5 кА до 2,0 кА для номінальних напруг від 3 кВ до 750 кВ). Рівень комутаційних перенапруг, що обмежують з урахуванням особливостей мережі, а також залишкову напругу потрібно визначати відповідними розрахунками.

4.2.189. Для РУ напругою від 110 кВ до 500 кВ з повітряними і елегазовими вимикачами потрібно передбачати заходи щодо запобігання ферорезонансним перенапругам, які виникають у разі послідовного вмикання електромагнітних

трансформаторів напруги та ємнісних дільників напруги.

ЗАХИСТ ВІД ДІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ

4.2.190. У зонах перебування обслуговуючого персоналу (маршрути обходу обслуговуючого персоналу, робочі місця) на ПС та у ВРУ напругою 330 кВ і вище напруженість електричного поля (ЕП) повинна бути в межах допустимих рівнів, установлених чинними НД.

4.2.191. Допустимі рівні напруженості ЕП у зонах перебування обслуговуючого персоналу потрібно забезпечувати конструктивно-компонувальними рішеннями з використанням стаціонарних, інвентарних та індивідуальних пристроїв екранування.

4.2.192. На ПС та у ВРУ напругою 330 кВ і вище, щоб зменшити час перебування обслуговуючого персоналу в зоні впливу ЕП, потрібно:

- застосовувати металоконструкції ВРУ, захищені від корозії способами, які не потребують регулярного поновлення покриття (оцинкування, алюмініювання тощо) або конструкції з алюмінієвих елементів;
- розташовувати сходи для підйому на траверси металевих порталів усередині їх стояків (сходи, розміщені зовні, має бути обгороджено екрануючими пристроями, що забезпечують усередині припустимі рівні напруженості ЕП);
- розміщувати блоки приводів рухомих контактів підвісних роз'єднувачів і трапи обслуговування всередині траверс порталів;
- застосовувати ізолюючі підвіси з ізоляторів, що не потребують періодичних випробувань ізоляторів на електричну міцність (скляні або полімерні ізолятори);
- розміщувати шафи керування вимикачами і роз'єднувачами, шафи вторинних кіл, а також збірки напругою до 1000 В переважно в зоні дії екранів над маршрутами обходу персоналу;
- розміщення устаткування виконувати таким, щоб сигнальні лампи, манометри, оливопоказчики і повітроосушувачі оливонаповнених апаратів тощо, а також електромагнітні пристрої трансформаторів напруги (типу НДС) були звернутими в бік маршрутів обходу персоналу.

4.2.193. На ВРУ напругою 330 кВ і вище для зниження рівня напруженості ЕП не можна допускати сусідство однойменних фаз у суміжних ланках.

4.2.194. На ПС напругою 330 кВ і вище дозволено розміщувати виробничі будівлі в зоні впливу ЕП за умови забезпечення екранування підходів до входів у ці будівлі. Екранування підходів дозволено не виконувати, якщо вхід у будівлю, розташований в зоні впливу, знаходиться на боці будівлі, протилежному струмовідним частинам.

СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНІ РОЗПОДІЛЬЧИХ УСТАНОВОК І ПІДСТАНЦІЙ

4.2.195. Вимоги 4.2.196-4.2.226 поширюються на схеми РУ ПС і РП електричних мереж.

У цьому підрозділі поняття «підстанція» і «розподільчий пункт» поіменовано одним терміном - «підстанція», якщо це не обумовлено окремо.

4.2.196. Побудову схеми електричної ПС потрібно виконувати з урахуванням призначення, ролі та положення ПС в електричній мережі енергосистеми.

Схему електричну ПС і окремих РУ розробляють на підставі робіт з розвитку електричних мереж (енергосистеми, району або об'єкта).

4.2.197. З огляду на функції ПС в електричній мережі схема електрична повинна:

- забезпечувати надійне живлення приєднаних споживачів у нормальному, ремонтному і післяаварійному режимах відповідно до категорій надійності електропостачання електроприймачів з урахуванням наявності незалежних резервних джерел живлення;
- забезпечувати надійність транзиту потоків електроенергії через ПС у нор-

мальному, ремонтному і післяаварійному режимах відповідно до його значення для конкретної ділянки мережі;

- урахувати поетапний розвиток ПС, динаміку зміни навантаження мережі тощо. Дотримання принципу поетапного розвитку ПС і П головної схеми повинне виходити з найбільш простого та економічного розвитку ПС без значних робіт з реконструкції діючих об'єктів і з мінімальним обмеженням електропостачання споживачів;

Таблиця 4.2.10. Перелік схем електричних РУ напругою від 35 кВ до 750 кВ і

сфера їх застосування - урахувати вимоги протиаварійної автоматики.

4.2.198. З огляду на експлуатаційні якості схема електрична РУ повинна бути обгрунтовано простою, наочною та забезпечувати відновлення живлення споживачів у післяаварійному режимі роботи засобами автоматики.

4.2.199. Для ПС нового будівництва напругою від 6 кВ до 750 кВ належить передбачати переважно схеми електричні РУ, наведені в табл. 4.2.10 —

4.2.13.

Дозволено застосовувати схеми електричні РУ, відмінні від наведених у табл. 4.2.10 і 4.2.12, за відповідного обгрунтування, а також під час реконструкції діючих ПС.

4.2.200. У схемі 1 (два блоки лінія-трансформатор без комутаційного устаткування або з роз'єднувачем) для захисту лінії, устаткування РУ і трансформатора потрібно передбачати надійне передавання сигналу для вимикання вимикача в голові лінії. Для захисту лінії устаткування напругою від 110 кВ до 220 кВ і силових трансформаторів потужністю менше ніж 63 МВ • А дозволено використовувати релейний захист лінії з боку живильного кінця лінії.

У схемі 2 (два блоки лінія-трансформатор з вимикачами і неавтоматичною перемичкою з боку лінії) в умовах інтенсивного забруднення ізоляції за обмеженої площі забудови тощо дозволено перемичку не застосовувати.

4.2.201. Схеми містка застосовують з ремонтною перемичкою. За відповідного обгрунтування ремонтну перемичку дозволено не передбачати.

4.2.202. Як перший етап розвитку схем містка дозволено застосовувати:

- схему «блок лінія-трансформатор * з одним вимикачем за однієї лінії і одного трансформатора;

- схему «місток» з установленням одного або двох вимикачів (залежно від схеми мережі) за двох ліній і одного трансформатора.

4.2.203. Схему «чотирикутник» на напрузі 220 кВ застосовують замість схем містка, коли застосування ремонтних перемичок неприпустиме через підвищення напруги на вимкненому кінці або за умовами релейного захисту.

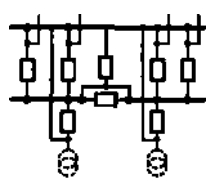
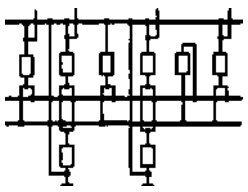
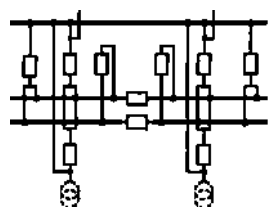
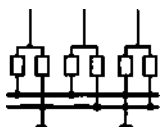
4.2.204. Як перший етап розвитку схеми «чотирикутник» дозволено застосовувати:

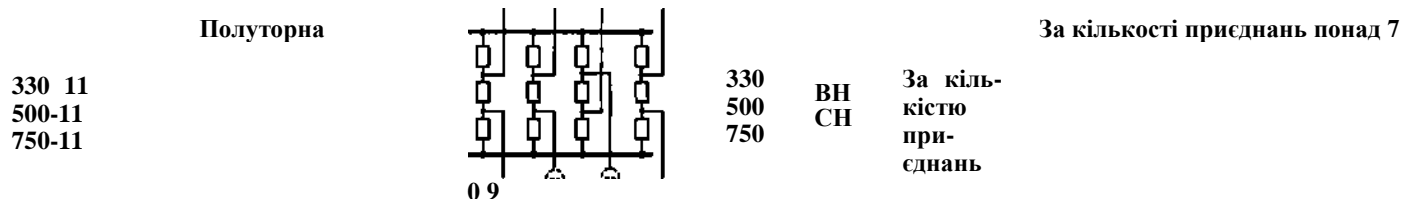
- схему «блок лінія-трансформатор» з двома взаємнорезервованими вимикачами за однієї лінії і одного трансформатора;

- схему «трикутник» за двох ліній і одного трансформатора.

4.2.205. У РУ напругою від 110 кВ до 220 кВ за схемами 6, 7 і 8 з використанням КРУЕ обхідну систему шин дозволено не виконувати.

Шифр схеми	Найменування схеми	Умовне зображення схеми	Сфера застосування схеми			
			Напру-га РУ, кВ	Сто-рон а	Кількість ліній	Умови та особливості застосування
1	2	3	4	5	6	7
110-1 150-1 220-1 330-1	Два блоки ліній-трансформатор роз'єднувачами	4* ₄ і € 1 i:	110 150 220 330	ВН	2	Тупикові ПС у разі живлення одного трансформатора від однієї лінії, що не має відгалужень
110-3 150-3 220-3	Місток з вимикачами в колах ліній і ремонтною перемичкою з боку ліній	14	110 150 220	ВН	2	Прохідні ПС, за необхідності секціонування ліній, за потужності трансформаторів до 63 МВА
35-4 110-4 150-4 220-4	Місток з вимикачами в колах трансформаторів і ремонтною перемичкою з боку трансформаторів	у ё	35 110 150 220	ВН	2	Прохідні ПС, за необхідності секціонування ліній і збереження транзиту в разі пошкодження трансформатора, за потужності трансформаторів до 63 МВ'А
35-5	Одна робоча, секціонована вимикачем, система шин	44 ¹	35	ВН СН НН	Понад 2	Для ВН вузлових ПС мережі напругою 35 кВ та СН і НН на НС напругою 110 кВ і 220 кВ. Дозволено на першому етапі розвитку схеми приєднання двох ліній, по одній на кожну секцію

110-6 150-6 220-6	Одна робоча, секціонована вимикачем, і обхідна системи шин		110 150 220	ВН	3-6	Вузлові ПС напругою 110 кВ й 220кВ за кількості нерезервованих ліній не більше однієї на кожній із секцій
110-7 150-7 220-7	Дві робочі і обхідна системи шин		110 150 220	СН	До 12	1) ПС з АТ потужністю до 2 x 200 (2 x 400) МВ*А. 2) ПС з АТ потужністю 4 x 200 (4 x 250) МВ*А. Дозволено застосовувати дві окремі РУ (по одній на кожен пару АТ)
110-8 150-8 220-8	Дві робочі, секціоновані вимикачами, і обхідна системи шин з двома обхідними й двома шиноз'єднувальними вимикачами		110 150 220	СН	Понад 12	1) У разі необхідності зниження струмів КЗ. ПС з АТ потужністю 4 x 200 (4 x 250) МВ'А
220-9 330-9 500-9 750-9	Чотирикутник	ЙП 0 0	220 330 500 750	ВН		За потужності трансформаторів 125 МВ'А і більше для напруги 220 кВ і будь-якої потужності для напруги 330 кВ і вище
330-10 500-10 750-10	Трансформатори-шини з приєднанням ліній через два вимикачі		330 500 750	ВН СН	Для 330 і 500 кВ- До 4; 750 кВ-3	Вузлові НС мережі напругою від 330 кВ до 750 кВ



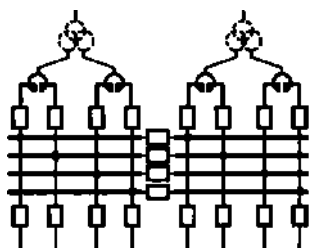
Примітка. На схемах умовно показано тільки ті роз'єднувачі, які використовують як комутаційні апарати.

Таблиця 4.2.11. Перелік схем РУ 6 кВ і 10 кВ для ПС з ВН від 35 кВ до 330 кВ і сфера їх застосування

Шифр схеми	Найменування схеми	Умовне зображення схеми	Кількість ліній	Додаткові умови застосування схеми
1	2	3	4	5
10-1	Одна секціонована вимикачем система шин		Без обмеження	За двох трансформаторів з нерозщепленими обмотками напругою 6 кВ і 10 кВ без струмообмежувальних реакторів або з одинарними реакторами
10-2	Дві секціоновані вимикачами системи шин	А л А (V) ег- Ш	Без обмеження	За двох трансформаторів з розщепленими обмотками напругою 6 кВ і 10 кВ без струмообмежувальних реакторів або з одинарними реакторами, чи з нерозщепленими обмотками і подвоєними реакторами

10-3

Чотири секціоновані вимикачами системи шин



Без обмеження

За двох трансформаторів з розщепленими обмотками напругою 6 кВ і 10 кВ і з подвоєними струмообмежувальними реакторами

Примітка. У схемах 10-1-10-3 дозволено встановлювати струмообмежувальні реактори в лінійних присіднаннях на ПС промислових підприємств.

Таблиця 4.2.12. Перелік схем РУ напругою 66 кВ і 10 кВ для ПС з ВН 6 кВ і 10 кВ і сфера їх застосування

Шифр схеми	Найменування схеми	Умовне зображення схеми	Кількість ліній	Додаткові умови застосування схеми
1	2	3	4	5
10-4	Блок лінія-трансформатор		1	1) Тупикові ПС та відгалужувальні ПС. 2) Дозволено замість роз'єднувача застосовувати вимикач навантаження
10-5	Два блоки лінія-трансформатор		2	1) Тупикові ПС. 2) Дозволено замість роз'єднувачів застосовувати вимикачі навантаження

1	2	3	4	5
10-6	Одна несекціонована система шин		2	1) Прокідні ПС з одностороннім живленням. 2) Дозволено у колі трансформатора замість роз'єднувача застосовувати вимикач навантаження
10-7	Одна секціонована роз'єднувачем і система шин		4	1) Прокідні ПС з двостороннім живленням. 2) Дозволено замість секційних роз'єднувачів і роз'єднувачів у колах трансформаторів застосовувати вимикачі навантаження
10-8	Одна секціонована вимикачем система шин		До 10	1) ПС напругою 6/0,4 кВ і 10/0,4 кВ з функціями РП. 2) Дозволено замість вимикачів у колах трансформаторів застосовувати запобіжники
Примітка. На схемах 10-4-10-8 умовно показано тільки ті роз'єднувачі, які використовують як комутаційні апарати.				

Таблиця 4.2.13. Схеми РУ напругою 6 кВ, 10 кВ, 15,75 і 35 кВ для живлення трансформаторів власних потреб ПС і сфера їх застосування

Шифр	Умовне зображення схеми	Додаткові умови застосування схеми
НН-1		1) Живлення власних потреб ПС з ВН від 220 кВ до 750 кВ за відсутності сторонніх споживачів на НН ПС. 2) Дозволено застосовувати варіант схеми з одним приєднанням власних потреб

4.2.206. На етапі розвитку РУ від схеми «чотирикутник» до схеми «трансформатори-шини» із приєднанням лінії через два вимикачі виникає питання збереження або демонтажу роз'єднувачів у колі ліній, яке вирішують в конкретному проекті ПС.

4.2.207. На етапі розвитку РУ від схеми «трансформатори-шини» із приєднанням лінії через два вимикачі до полуторної схеми дозволено застосовувати схему «трансформатори-шини» з полуторним приєднанням ліній.

4.2.208. У схемі «трансформатори-шини» з полуторним приєднанням ліній і полуторній схемі за кількості лінійних приєднань понад 6 та в схемах «трансформатори-шини» із приєднанням ліній через два і півтора вимикачі за чотирьох АТ потрібно розглядати необхідність секціонування збірних шин з урахуванням умов збереження стійкості енергосистеми. Парні лінії і трансформатори потрібно приєднувати до різних систем шин і до різних ланок.

4.2.209. Кількість вимикачів, що спрацювують одночасно в межах РУ однієї напруги, повинно бути не більше ніж:

- два - у разі пошкодження лінії;
- чотири - у разі пошкодження трансформатора напругою до 500 кВ;
- три - у разі пошкодження трансформатора напругою 750 кВ.

4.2.210. У схемах з приєднанням ПЛ через два вимикачі дозволено установлювати в колі ПЛ трансформатори струму для комерційного обліку електроенергії.

4.2.211. Трансформатор напруги, установлений на лінійному приєднанні напругою 330 кВ і вище, потрібно приєднувати до ошиновки безпосередньо (без комутаційного апарата).

4.2.212. На НН ПС напругою від 35 кВ до 750 кВ потрібно передбачати роздільну роботу силових трансформаторів.

4.2.213. Установлення запобіжників на ВН силових трансформаторів 35 кВ і вище заборонено.

4.2.214. На ПС нового будівництва установлення відділювачів і короткозамикачів заборонене. Під час реконструкції діючих ПС відділювачі і короткозамикачі потрібно замінити на вимикачі.

4.2.215. На ПС потрібно встановлювати трифазні трансформатори.

У разі відсутності трифазного трансформатора необхідної потужності, а також у разі транспортних обмежень дозволено застосовувати групу однофазних трансформаторів або два трифазні трансформатори однакової потужності.

4.2.216. На ПС напругою від 35 кВ до 750 кВ потрібно приймати установлення двох основних трансформаторів. У початковий період експлуатації дозволене установлення одного трансформатора за умови забезпечення вимог до надійності електропостачання споживачів.

Установлення більше двох основних трансформаторів застосовують:

- у разі потреби у двох СН на ПС;
- за відсутності трифазного трансформатора необхідної потужності;
- у разі транспортних обмежень.

У разі встановлення більше двох основних трансформаторів трансформатори приєднують на ВН по два в одне приєднання через один вимикач з установленням роз'єднувача в колі кожного трансформатора, а на

СН і НН, - на різні секції СН і НН. У цьому разі керування роз'єднувачами на ВН потрібно включати в схему автоматики.

У разі встановлення по одному трансформатору з різними напругами на СН їх приєднують на ВН як різні приєднання.

4.2.217. У разі встановлення на ПС однієї групи однофазних трансформаторів потрібно передбачати резервну фазу.

За двох груп однофазних трансформаторів доцільність установлення резервної фази визначають відповідним обґрунтуванням.

Резервну фазу однофазного трансформатора потрібно встановлювати замість пошкодженої перекочуванням.

4.2.218. Вибір параметрів трансформаторів потрібно виконувати відповідно до режимів їх роботи. У цьому разі повинно бути враховано режими тривалого і короткочасного електронавантаження, поштовхи електронавантаження, а також можливі в експлуатації тривалі перевантаження. Ця вимога стосується всіх обмоток багатообмоткових трансформаторів.

Для заданих умов необхідно вибирати трансформатори граничної потужності. Дроблення потужності та установлення декількох трансформаторів замість одного припустиме тільки за умовами 4.2.215.

У разі потреби збільшення потужності трансформаторів на ПС таке збільшення здійснюють заміною трансформаторів на потужніші. Установлення додаткових трансформаторів потрібно обґрунтувати.

4.2.219. АТ не можна застосовувати в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю та в мережах, заземлених через дугогасні заземлювальні реактори, тому що в них можуть виникнути небезпечні підвищення потенціалу нейтралі АТ. Застосовувати АТ у мережах, що мають постійний фазовий зсув, недопустимо.

4.2.220. На ПС напругою 35 кВ і вище потрібно встановлювати трансформатори із пристроєм регулювання напруги під навантаженням (РПН). Дозволено застосовувати трансформатори без РПН, якщо регулювання напруги на ПС здійснюють іншими засобами.

4.2.221. У разі живлення споживачів електроенергії (крім власних потреб ПС) від обмотки НН основних АТ для незалежного регулювання напруги треба передбачати встановлення лінійних регулювальних трансформаторів на НН, за винятком випадків, коли регулювання напруги забезпечують іншими засобами.

У разі живлення споживачів електроенергії від обмоток СН і НН АТ із РПН для забезпечення незалежного регулювання напруги дозволено, за потреби, передбачати встановлення лінійного регулювального трансформатора на одній зі сторін автотрансформатора.

4.2.222. У разі встановлення на ПС однієї групи однофазних ППР потрібно передбачати резервну фазу реактора на кожній напрузі.

Резервну фазу однофазного реактора потрібно встановлювати замість пошкодженої перекочуванням.

4.2.223. Для обмеження струмів КЗ в РУ напругою 6кВДО кВ і 15,75 кВ передбачають:

- установлення силових трансформаторів з підвищеним опором між обмотками;
- установлення трансформаторів з розщепленими обмотками напругою 6 кВ і 10 кВ;
- застосування струмообмежувальних реакторів у колах приєднань 6 кВ, 10 кВ і 15,75 кВ.

4.2.224. За необхідності компенсації ємнісних струмів у мережах напругою від 6 кВ до 35 кВ на ПС потрібно встановлювати дугогасні заземлювальні реактори із плавним або ступінчастим регулюванням індуктивності.

Дугогасні реактори напругою 35 кВ приєднують до нульових уводів відповідних обмоток трансформаторів через розгалуження із роз'єднувачів до кожного із трансформаторів. Дугогасні реактори напругою 6 кВ і 10 кВ приєднують до нейтрального виводу окремого трансформатора, приєданого до збірних шин через вимикач.

4.2.225. На всіх ПС напругою 110 кВ і вище, а також на двотрансформаторних ПС напругою 35 кВ потрібно встановлювати не менше двох трансформаторів власних потреб, які приєднують до різних секцій шин РУ або до уводів різних основних трансформаторів.

На двотрансформаторних ПС напругою 35 кВ і вище в початковий період їх роботи з одним силовим трансформатором, а також на однострансформаторних ПС напругою 110 кВ і вище потрібно встановлювати два трансформатори власних потреб із живленням одного із них від незалежного джерела живлення. На двотрансформаторних ПС напругою від 35 кВ до 220 кВ з постійним оперативним струмом у початковий період їх роботи з одним силовим трансформатором за відсутності на ПС повітряних вимикачів і примусової системи охолодження силових трансформаторів дозволено другий трансформатор власних потреб приєднувати в схему ПС аналогічно першому.

На ПС напругою 330 кВ і вище потрібно передбачати резервування живлення власних потреб від третього незалежного джерела живлення.

У разі приєднання одного із трансформаторів власних потреб до зовнішнього незалежного джерела живлення потрібно виконувати перевірку на відсутність зсуву фаз.

Живлення сторонніх споживачів від мережі власних потреб ПС заборонене.

4.2.226. На ПС із постійним оперативним струмом трансформатори власних потреб потрібно приєднувати до шин РУ НН, а за відсутності таких РУ - безпосередньо до виводів НН основних трансформаторів (див. табл. 4.2.13).

На ПС зі змінним і випрямленим оперативним струмом трансформатори власних потреб потрібно приєднувати на ділянці між виводами НН основного трансформатора і його вимикачем.

У разі живлення оперативних кіл змінного струму або випрямленого струму від трансформаторів напруги, приєднаних до живильної ПЛ, трансформатори власних потреб приєднують до шин НН ПС. У разі живлення оперативних кіл змінного струму від трансформаторів власних потреб останні

потрібно приєднувати до ПЛ, які живлять ПС.

УСТАНОВКИ СТИСНЕНОГО ПОВІТРЯ

4.2.227. Установка стисненого повітря (далі - пневматична установка) - це допоміжний технологічний комплекс для отримання стисненого повітря, яка потрібна для нормального функціонування певного електроустаткування РУ (повітряних вимикачів, пневмоприводів тощо).

На ПС нового будівництва не встановлюють електроустаткування, яке потребує застосування пневматичних установок.

4.2.228. Пневматичну установку ПС складають із компресорної установки, пневмоакумулятора (пневмоакумуляторів) і пневмомережі.

4.2.229. Пневматична установка на ПС має передбачати два ступені тиску стисненого повітря:

- компресорний (підвищений) тиск - для компресорної установки і основного пневмоакумулятора;

- робочий тиск - для пневмомережі і допоміжного пневмоакумулятора (за наявності) відповідно до робочого тиску повітря електроустаткування РУ (пневмоспоживачів).

Системи компресорного і робочого тиску потрібно з'єднувати між собою через перепускні клапани.

Для постачання стисненого повітря до вимикачів з необхідною точкою роси дозволено додатково застосовувати в системі робочого тиску блоки очищення повітря із використанням фізико-хімічного (адсорбційного) способу осушення повітря. Кількість блоків очищення повітря повинна бути не менше двох на пневматичну установку.

4.2.230. Компресорну установку споруджують із двох і більше компресорних агрегатів. Кількість компресорних агрегатів визначають розрахунком з огляду на забезпечення відновлення зниженого тиску в пневмоакумуляторах не більше ніж за одну годину та з урахуванням одного резервного агрегату.

Улаштування компресорної установки повинне відповідати вимогам «Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов».

Для нормальної роботи компресорних агрегатів у приміщенні компресорної установки потрібно підтримувати температуру не нижче ніж 10 °С і не вище ніж 40 °С, для чого передбачають опалення та припливно-витяжну систему примусової вентиляції.

Кожний компресорний агрегат потрібно встановлювати на окремий фундамент, не пов'язаний з фундаментом будинку компресорної установки.

Спускні клапани водоливних відділювачів компресора потрібно приєднувати до системи дренажу, трубу якої виводять за межі приміщення компресорної установки до приямку. Дренажна труба повинна мати достатній ухил і діаметр, щоб запобігти її засміченню і збільшенню тиску у водоливних відділювачах за одночасної роботи всіх спускних клапанів.

4.2.231. Основний пневмоакумулятор потрібно споруджувати із пневмопосудин, загальна місткість яких повинна у разі непрацюючих компресорних

агрегатів уміщувати обсяг стисненого повітря, достатній для підтримання тиску повітря в пневмережі від максимально припустимого до мінімально припустимого як у нормальному режимі роботи ПС, так і в післяаварійному режимі, що настає після одночасного вимикання найбільшої кількості повітряних вимикачів (за режимом роботи електроустановок з урахуванням дії релейного захисту та автоматичного повторного вмикання).

Пневмоакумулятори повинні містити обсяг стисненого повітря, достатній для живлення пневмоприймачів у нормальному режимі роботи ПС за умови паузи в роботі компресорних агрегатів протягом щонайменше двох годин.

Для забезпечення більш високого ступеня осушування стисненого повітря потрібно передбачати послідовне з'єднання не менше трьох пневмопосудин пнев-моакумулятора на компресорному тиску.

Улаштування пневмоакумулятора повинне відповідати вимогам Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском (зі змінами та доповненнями).

4.2.232. Пневмоакумулятор потрібно встановлювати просто неба біля будівлі компресорної установки. Потрібно передбачати можливість демонтажу і монтажу в процесі експлуатації будь-якої посудини пневмоакумулятора без порушення нормальної експлуатації інших посудин.

4.2.233. Пневмережу потрібно споруджувати за кільцевою схемою, поділеною на окремі ділянки за допомогою запірних вентилів.

Для кожного значення робочого тиску пневмоспоживачів ПС потрібно виконувати окрему пневмережу. Живлення повітрям кожної пневмережі забезпечують двома магістралями від пневмоакумулятора.

Улаштування пневмережі повинне відповідати вимогам « Правил устройства и безопасной эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов ».

Повітропроводи пневмережі дозволено прокладати просто неба по конструкціях і стояках під електроустаткування, у кабельних тунелях, каналах і лотках поряд з кабелями, а в приміщеннях - по стінах і стелях.

Сталеві труби повітропроводів потрібно з'єднувати зварюванням у стик; з'єднання з арматурою - фланцеві.

Магістралі повітропроводів пневмережі належить прокладати з ухилом 0,3% з установленням в нижчих точках випускних вентилів для продування мережі. Відгалуження від магістралі до апаратів потрібно прокладати з ухилом 0,3% у напрямку основної магістралі.

4.2.234. Компресорна установка, за винятком блока очищення повітря, повинна бути повністю автоматизованою і працювати без чергового персоналу.

Система автоматичного керування повинна:

- підтримувати тиск в пневмоакумуляторах і резервуарах вимикачів в установлених межах;
- забезпечувати автоматичний пуск і зупинку робочих і резервних компресорних агрегатів;
- здійснювати автоматичне продування відокремлювачів вологи та оливи, автоматичне керування перепускними клапанами;
- передбачати зупинку компресорних агрегатів у разі їх пошкодження та

виникнення неполадок тощо.

Пневматичну установку потрібно облаштовувати сигналізацією, яка реагує на порушення нормального режиму роботи установки.

4.2.235. Виведення із роботи (аварійне чи заплановане) будь-якого із елементів пневматичної установки (компресорного агрегату, окремої пневмопосудини пневмоакумулятора, перепускового клапана чи ділянки пневмомережі тощо) не повинне призводити до порушення постачання пневмоспоживачів ПС стисненим повітрям.

4.2.236. Всі елементи пневматичної установки повинні бути доступними для розбирання та очищення.

ЗАХИСТ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН, ЩО ОБЕРТАЮТЬСЯ, ВІД БЛИСКАВИЧНИХ ПЕРЕНАПРУЖЕНЬ¹

4.2.164. Повітряні лінії з металевими і залізобетонними опорами допускається приєднувати до генераторів (синхронних компенсаторів) потужністю до 50 МВт (до 50 МВА).

Повітряні лінії з дерев'яними опорами допускається приєднувати до генераторів (синхронних компенсаторів) потужністю до 25 МВт (до 25 МВ^А).

Приєднання ПЛ до генераторів (синхронних компенсаторів) потужністю більше 50 МВт (більше 50 МВ-А) допускається тільки за допомогою розподільчого трансформатора.

4.2.165. Для захисту генераторів і синхронних компенсаторів, а також електродвигунів потужністю більше 3 МВт, які приєднуються до ПЛ, мають бути застосовані вентиляльні розряджувачі I групи за ГОСТ 16357-70* і ємності не менше 0,5 мкФ на фазу. Крім того, повинен бути виконаний захист підходу ПЛ до електростанції (підстанції) з рівнем грозостійкості не менше 50 кА. Вентильні розряджувачі слід встановлювати для захисту: генераторів (синхронних компенсаторів) потужністю більше 15 МВт (більше 15 МВ-А) - на приєднанні кожного генератора (син-хронного компенсатора); 15 МВт і менше (15 МВ-А і менше) - на шинах (секція шин) генераторної напруги; електродвигунів потужністю більше 3 МВт - на шинах РУ.

При захисті генераторів (синхронних компенсаторів) з виведеною нейтраллю, що не має виткової ізоляції (машини зі стрижневим обвиттям) потужністю 20 МВт і більше (20 МВА і більше), замість ємностей 0,5 мкФ на фазу може бути застосований вентиляльний розряджувач у нейтралі генератора (синхронного компенсатора) на номінальну напругу машини. Установлення захисних місткостей не потрібно, якщо

¹ *Наказ Міністерства топлива та енергетики України «Про затвердження та введення в дію нової редакції глав 4.1 та 4.2 Правил улаштування електроустановок» від 2 квітня 2008 з. № 203 (пункт 5).*

5. Із введенням у дію глав 4.1 та 4.2 ПУЕ визнати такими, що втратили чинність:

- главу 4.1 «Розподільчі пристрої напругою до 1 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму» Правил улаштування електроустановок, 6-е издание, Москва, Энергоатомиздат, 1985;

- главу 4.2 «Розподільчі пристрої і підстанції напругою вище 1 кВ Правил

устройства электроустановок», 6-е издание, Москва, Энергоатомиздат, 1985, за винятком підрозділів «Захист електричних машин, що обертаються, від блискавичних напруг» і «Оливне господарство».

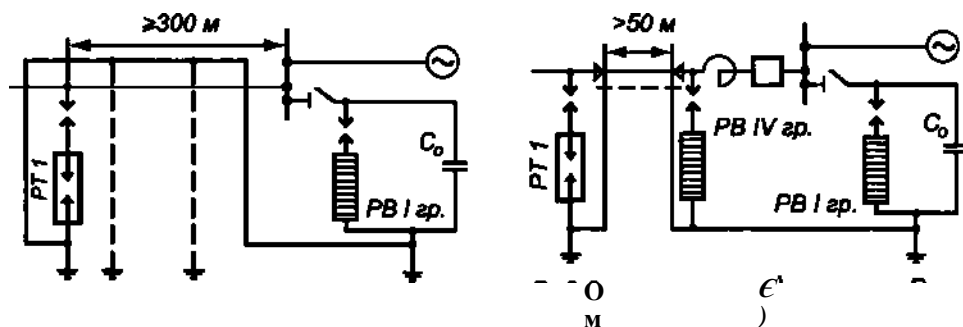
сумарна ємність присьднаних до генераторів (синхронних компенсаторів) ділянок кабелів довжиною до 100 м складає 0,5 мкФ і більше на фазу.

4.2.166. Якщо машини, що обертаються, і ПЛ присьднані до загальних шин електростанції або підстанції, то підходи цих ПЛ мають бути захищені від блискавичних дій з дотриманням наступних вимог:

1. Підхід ПЛ з залізобетонними опорами повинен бути захищений линвою довжиною не менше 300 м; на початку підходу повинен бути встановлений комплект трубчастих розряджувачів (рис. 4.2.18, а). Опори захищеного тросом підходу повинні мати дерев'яні траверси з відстанню не менше 1 м по дереву від точки кріплення гірлянди ізоляторів до стійки опори. Провода ПЛ слід підвішувати на гірляндах ізоляторів, що відповідають класу напруги 35 кВ. Опір уземлення трубчастих розряджувачів не повинен перевищувати 5 Ом, а опір уземлення линвових опор -10 Ом.

Замість трубчастих розряджувачів на початку можуть бути встановлені вентильні розряджувачі IV групи за ГОСТ 16357-70*. При цьому опір уземлення розряджувачів має бути не більше 3 Ом.

На підходах ПЛ з дерев'яними опорами додатково до засобів захисту, що застосовуються на ПЛ із залізобетонними опорами, слід встановлювати комплект трубчастих розряджувачів на відстані 150 м від початку линвового підходу у бік лінії. Опір уземлення розряджувачів має бути не більше 5 Ом.



я^бОм №іо Ом а) я_{ст}

100-150 м

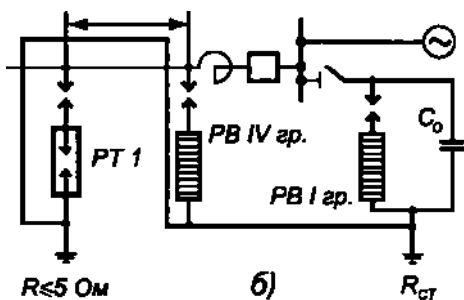


Рис. 4.2.18. Схеми захисту машин, що обертаються, від блискавичних перенапружень

2. На ПЛ, що приєднані до електростанцій і підстанцій кабельними вставками довжиною до 0,5 км, захист підходу повинен бути виконаний так само, як на ПЛ без кабельних уставок (см. п. 1), і додатково повинен бути встановлений комплект вентиляльних розряджувачів IV групи за ГОСТ 16357-70* у місці приєднання ПЛ до кабелю. Розряджувач найкоротшим шляхом слід приєднувати до панцира, металевої оболонки кабелю і до уземлювача. Опір уземлення розряджувачів не повинен перевищувати 5 Ом.

3. Якщо підхід ПЛ протяжністю менше 300 м захищений від прямих ударів блискавки будівлями, деревами та іншими високими предметами, підвісок линви на підході ПЛ не потрібен. При цьому на початку захищеної ділянки ПЛ (з боку лінії) повинен бути встановлений комплект вентиляльних розряджувачів IV групи за ГОСТ 16357-70*. Опір уземлення розряджувача не повинен перевищувати 3 Ом.

4. За наявності реактора на приєднанні ПЛ підхід ПЛ протяжністю 100*-150 м повинен бути захищений від прямих ударів блискавки линвовим громозводом (див. рис. 4.2.18, б). На початку підходу, захищеного линвовим громозводом, має бути встановлений комплект трубчастих розряджувачів, а у реактора - комплект вентиляльних розряджувачів IV групи за ГОСТ 16357-70*. Опір уземлення трубчастого розряджувача повинен бути не більше 10 Ом.

5. При приєднанні ПЛ до шин РУ з машинами, що обертаються, через реактор і кабельну уставку довжиною більше 50 м захист підходу ПЛ від прямих ударів блискавки не потрібен. У місці приєднання ПЛ до кабелю має бути встановлений комплект трубчастих розряджувачів з опором уземлення не більше 5 Ом, а перед реактором - комплект вентиляльних розряджувачів IV групи за ГОСТ 16357-70* (см. рис. 4.2.18, в).

6. На ПЛ, приєднаних до шин електростанцій (під-станцій) з машинами, що обертаються, потужністю менше 3 МВт (менше 3 МВ А), підходи яких протяжністю не менше 0,5 км виконані на залізобетонних або металевих опорах з опором уземлення не більше 5 Ом, має бути встановлений комплект вентиляльних розряджувачів

IV групи за ГОСТ 16357-70* на відстані 150 м від електростанції (підстанції). Опір уземлення розряджувачів має бути не більше 3 Ом. При цьому захист підходу ПЛ линвою не потрібен.

4.2.167. При застосуванні відкритих струмоводів (відкритих шинних мостів і підвісних гнучких струмоводів) для з'єднання генераторів (синхронних компенсаторів) з трансформаторами струмоводи повинні входити до зон захисту громозводів і споруджень електростанцій (підстанцій). Місце приєднання уземлювального пристрою електростанції (підстанції) має бути віддалено від місця приєднання уземлюваних елементів струмоводу, рахуючи за полосами уземлення не менше ніж на 20 м.

Якщо відкриті струмоводи не входять до зон захисту громозводів, то вони мають бути захищені від прямих ударів блискавки окремо стоячими

громозводами або линвами, які підвішені на окремих опорах із захисним кутом не більше 20°.

Уземлення окремо стоячих громозводів і ливових опор повинно виконуватись відокремленими уземлювачами, що не мають з'єднання з уземлювальними пристроями опор струмоводу, або шляхом приєднання до уземлювального пристрою РУ в точках, віддалених від місця приєднання до нього уземлюваних елементів струмоводу на відстань не менше 20 м.

Відстань від окремо стоячих громозводів (ливових опор) до струмовідних або уземлених елементів струмоводу у повітрі має бути не менше 5 м. Відстань у землі від відокремленого уземлювача і підземної частини громозводу до уземлювача і підземної частини струмоводу має бути не менше 5 м.

4.2.168. Якщо підстанція промислового підприємства приєднана відкритими струмоводами до РУ генераторної напруги ТЕЦ, що має генератори потужністю до 120 МВт, то захист струмоводів від прямих ударів блискавки повинен бути виконаний так, як вказано в 4.2.167 для струмоводів, які не входять до зон захисту громозводів РУ.

При приєднанні відкритого струмоводу до РУ генераторної напруги через реактор перед реактором має бути встановлений комплект вентильних розряджувачів IV групи.

Для захисту генераторів від хвиль блискавичних перенапружень, які набігають струмоводом, та від індукованих перенапружень мають бути встановлені вентильні розряджувачі I групи за ГОСТ 16357-70* і захисні конденсатори, ємність яких на три фази при номінальній напрузі генераторів повинна складати не менше: при напрузі 6 кВ - 0,8 мкФ, при 10 кВ - 0,5 мкФ і при 13,8 - 20 кВ - 0,4 мкФ.

Захисні конденсатори не вимагається встановлювати, якщо сумарна ємність генераторів і кабельної сітки на шинах генераторної напруги має необхідне значення. При визначенні ємності кабельної сітки у цьому випадку враховуються ділянки кабелів протяжністю до 750 м.

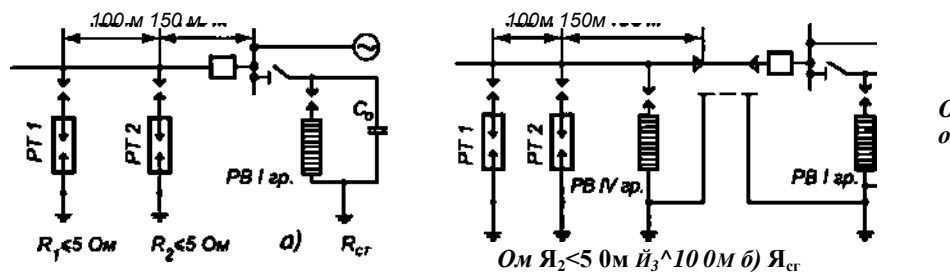


Рис. 4.2.19. Схеми захисту електродвигунів потужністю до 3 МВт при підході ПЛ на дерев'яних опорах.

4.2.169. Приєднання ПЛ до електродвигунів потужністю до 3 МВт, що мають надійне резервування, допускається за відсутності захисту підходів від прямих ударів блискавки. При цьому потрібен пристрій на підході ПЛ двох комплектів

трубчастих розряджувачів на відстанях 150 і 250 м від шин підстанції (рис. 4.2.19а). Опір ущемлення розряджувачів повинен бути не більше 5 Ом.

На підході ПЛ з залізобетонними або металевими опорами трубчасті розряджувачі не вимагається встановлювати, якщо опір уземлювача опор підходу ПЛ протяжністю не менше 250 м складає не більше 10 Ом.

За наявності кабельної вставки будь-якої довжини безпосередньо перед кабелем має бути встановлений

Вентильний розряджувач IV групи за ГОСТ 1635770*. Уземлювальний затискач розряджувача має бути найкоротшим шляхом приєднаний до металевих оболонки кабелю і до уземлювача (рис. 4.2.19, б). У електродвигуна повинні бути встановлені вентильні розряджувачі I групи і захисні ємності по 0,5 мкФ на фазу.

ОЛИВНЬ ГОСПОДАРСТВО

4.2.213. Для обслуговування оливонаповненого оснащення підстанцій на підприємствах, сіткових районів енергосистеми мають бути передбачені централізовані господарства, обладнані резервуарами для зберігання оливи, помпами, пристроями для очищення та регенерації оливи, пересувними оливоочисними та дегазаційними пристроями, місткостями для транспортування оливи. Місцезнаходження і об'єм централізованих оливних господарств визначає проект організації експлуатації системи.

4.2.214. На електростанціях, на підстанціях 500 кВ незалежно від потужності встановлених трансформаторів і на підстанціях 330 кВ з трансформаторами потужністю 200 МВ А і вище, розташованих у віддалених або важкодоступних районах, слід передбачувати оливні господарства з устаткуванням для обробки оливи.

Склади оливи таких оливогосподарств повинні мати:

а) на теплових електростанціях - по 4 резервуари турбінної та ізоляційної оливи;

б) на гідроелектростанціях - по 3 резервуари турбінної і ізоляційної оливи;

в) на підстанціях - 3 резервуари ізоляційної оливи.

Об'єм кожного резервуара має бути не менше:

- для турбінної оливи - об'єму оливної системи одного агрегата й доливки оливи у розмірі 45-денної потреби усіх агрегатів для теплових електростанцій і 10% об'єму для гідроелектростанцій.

- для ізоляційної оливи - об'єму одного найбільшого трансформатора із запасом 10%.

В залежності від оснащення енергосистеми пересувними пристроями з оброблення оливи та транспортних зв'язків між підстанцією і централізованим оливогосподарством енергосистеми майстерня оливогосподарства може оснащуватися не всіма стаціонарними пристроями з оброблення оливи або зовсім не споруджуватися. В останньому випадку необхідно передбачати апаратну оливогосподарства з колектором для приєднання пересувних оливопереробних пристроїв.

4.2.215. На підстанціях 110 кВ і вище з баковими оливними вимикачами 110 кВ і вище повинен споруджуватися відкритий склад оливи з двох

стаціонарних

резервуарів ізоляційної оливи. Об'єм кожного резервуару має бути не менше об'єму оливи трьох баків найбільшого вимикача із запасом на доливку не менше 1 % усієї кількості оливи, залитої в апарати і трансформатори підстанції.

Склади оливи на підстанціях з баковими оливними вимикачами не слід споруджувати:

а) при хороших транспортних зв'язках між підстанціями і централізованим оливогосподарством енергосистеми;

б) при кількості оливних вимикачів на підстанції не більше двох;

в) на підстанціях глибокого вводу, розташованих в межах міста.

4.2.216. На підстанціях із синхронними компенсаторами мають споруджуватися два стаціонарні резервуари турбінної оливи незалежно від кількості та об'єму резервуарів ізоляційної оливи. Об'єм кожного резервуара має бути не менше 110% об'єму оливної системи найбільшого синхронного компенсатора, що встановлюється на цій підстанції.

4.2.217. На решті підстанцій, крім зазначених у 4.2.214 і 4.2.215, оливогосподарство і оливосклади не повинні споруджуватись. Доставка на них сухої оливи здійснюється в пересувних резервуарах або автоцистернах з централізованих оливних господарств сіткових районів енергосистеми.

4.2.218. Стаціонарні оливоводи до оливних вимикачів і трансформаторів усіх напруг не повинні прокладатися. Злив і залив повинні виконуватися з використанням інвентарних оливоводів і резервуарів (автоцистерн).

Стаціонарні оливоводи на електростанціях і підстанціях 330 і 550 кВ слід прокладати від майстерні або апаратної оливогосподарства до приміщення для ремонту трансформаторів (до трансформаторної башти на підстанціях або до монтажного майданчику машинного залу на електростанціях) і до складу оливи, а також до місця зливу оливи з цистерн.

Стаціонарні оливоводи слід виконувати зі сталевих труб, що з'єднуються зварюванням (крім стиків з арматурою).

4.2.219. Оливне господарство для електропристроїв промислових підприємств повинно виконуватись з урахуванням вимог СН174-75* «Інструкція по проектуванню енергопостачання промислових підприємств» Госстроя СРСР.

4.2.220. Резервуари для зберігання оливи мають бути оснащені повітряно-осушувальними фільтрами, показчиком рівня оливи пробноспускним краном на зливному патрубку.

4.2.221. Відстані від стінок резервуарів відкритих складів оливи мають бути не менше:

а) до будівель і споруд електростанцій і підстанцій (у тому числі до трансформаторної майстерні): для складів спільним об'ємом до 100 т оливи - 12 м; для складів більше 100 т - 18 м;

б) до житлових і суспільних будов - на 25% відстаней, вказаних у п. «а»;

в) до апаратної оливогосподарства - 8 м;

г) до складів балонів водню - 20 м.

Додаток А

до глави 4.2 «Розподільчі
установки і підстанції напругою
понад 1 кВ»
(обов'язковий)

**ГРУПИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЙ ВІДПОВІДНО ДО
ПРОТИПОЖЕЖНИХ ЗАХОДІВ**

Група	Характеристика ПС	Потужність силового трансформатора
I	Відкриті ПС напругою 500 кВ і 750 кВ	Незалежно від потужності
	Відкриті ПС напругою 220 кВ і 330 кВ	200 МВ ■ А і більше
	ЗПС напругою 110 кВ і вище	63 МВ* А і більше
II	Відкриті ПС напругою 220 кВ і 330 кВ	Від 40 МВ*А до 125 МВ-А
	ЗПС напругою 220 кВ	40 МВ* А
	Відкриті ПС напругою 110 кВ і 150 кВ	63 МВ* А і більше
III	ПС напругою 220 кВ	Менше 40 МВ * А
	ПС напругою 110 кВ і 150 кВ	Менше 63 МВ°А
	ПС напругою 35 кВ	Менше 80 МВ»А

Додаток Б
до глави 4.2 «Розподільчі
установки і підстанції напругою
понад 1 кВ* (обов'язковий)»

**ЗАХИСНІ ВІДСТАНИ ВІД ВЕНТИЛЬНИХ РОЗРЯДНИКІВ ДО ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ НАПРУГОЮ ВІД 35
кВ ДО 750 кВ**

Таблиця Б. 1. Найбільші захисні відстані від РВ до електроустантування напругою від 35 кВ до 220 кВ

Напруга мережі, кВ	Кількість приєднаних ПЛ	Довжина грозо- захисного підходу ПЛ, км	Відстань від найближчого РВ, м							
			до силових трансформаторів за кількості РВ				до іншого устантування за кількості РВ			
			III група		II група		III група		II група	
			1 РВ	2РВ	1 РВ	2РВ	1РВ	2РВ	1 РВ	2РВ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
35	1 ПЛ	0,5*	20	30	-	-	25	40	-	-
		1,0	20	30	-	-	40	60	-	-
		1,5	30	50	-	-	60	90	-	-
		2,0 і більше	45	70	-	-	70	120	-	-
	2ПЛ	1,0	30	40	-	-	50	100	-	-
		1,5	50	60	-	-	80	120	-	-
		2,0 і більше	70	90	-	-	90	150	-	-
	Понад 2 ПЛ	1,0	40	50	-	-	50	100	-	-
		1,5	60	70	-	-	80	120	-	-
		2,0 і більше	90	100	-	-	90	150	-	-
110	1 ПЛ	1,0	15	20	20	50	70	90	80	110
		2,0	50	75	70	120	120	150	140	180
		3,0 і більше	80	140	120	200	150	200	180	250

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
110	2ПЛ	1,0	20	30	30	75	100	130	120	170	
		2,0	60	90	70	150	200	200	220	250	
		3,0 і більше	80	140	130	250	200	200	220	250	
	От 3 ПЛ до 6ПЛ	1,0	30	40	40	100	100	130	120	170	
		2,0	70	100	90	190	200	200	220	250	
		3,0 і більше	95	150	140	250	200	200	220	250	
	Понад 6 ПЛ	1,0	30	40	40	100	Без обмеження		Без обмеження		
		2,0	70	100	90	190					
		3,0 і більше	95	150	140	250					
150,220	1 ПЛ	2,0	-	-	10	35	60	90	75	130	
		2,5	-	-	15	70	80	120	100	180	
		3,0 і більше	-	-	40	90	100	160	140	230	
	2 ПЛ	2,0	-	-	35	60	90	120	100	150	
		2,5	-	-	65	90	120	160	140	220	
		3,0 і більше	-	-	85	110	150	200	180	300	
	3-5 ПЛ 150 кВ, 3 ПЛ 220 кВ	2,0	-	-	45	65	90	120	100	150	
		2,5	-	-	80	90	120	160	140	220	
		3,0 і більше	-	-	100	120	150	200	180	300	
	Понад 5 ПЛ 150 кВ, понад 3ПЛ 220 кВ	2,0	-	-	45	65	Без обмеження		Без обмеження		
		2,5	-	-	80	90					
		3,0 і більше	-	-	100	120					
	* Для ЛС напругою 35 кВ за умов 4.2.168,										

Таблиця Б.2. Найбільші захисні відстані від РВ до електроустановки напругою 330 кВ

Характеристика РУ	Кількість РВ		Довжина грозозахисного підходу ПЛ, км	Відстань від найближчого РВ, м		
	біля силових трансформаторів	у ланці приєднання ВЛ		до силових трансформаторів*	ДО трансформаторів напруги*	до іншого устаткування
Блок ПЛ+АТ	1	-	2,5	Грозозахист не забезпечений		
			3,0	20	30	110
			4,0 і більше	50	85	130
	1	1	2,5	Грозозахист не забезпечений		
			3,0	20	100	270**
			4,0 і більше	90	250	340**
Трикутник 2ПЛ + АТ	1	-	2,5	50	120	350
			3,0 і більше	80	150	380
Чотирикутник 2ПЛ + 2АТ	2	-	2,5	80	320	1000
			3,0 і більше	140	470	1000
3ПЛ + 2АТ	2	-	2,5	80	400	1000
			3,0 і більше	140	1000	1000
3 ПЛ + АТ	1	-	2,5	70	200	1000
			3,0 і більше	100	700	1000

* Уразі застосування на грозозахисних підходах ПЛ опор із горизонтальним розташуванням проводів дозволено збільшувати відстані:
- від РВ до силових трансформаторів - у 2 рази;
- від РВ до трансформаторів напруги - у 1 рази.
** Відстань від РВ, встановленої біля силового трансформатора.

Таблиця Б.3. Найбільші захисні відстані від РВ до електроустановки

напругою 500 кВ

Характеристика РУ	Кількість РВ		Відстань від найближчого РВ, м		
	біля силових трансформаторів	у ланці присіднання ВЛ	до силових трансформаторів	до трансформаторів напруги	до іншого устаткування
Блок ПЛ + АТ	1	1	95	150***	150***
Трикутник 2ПЛ + АТ	1	1	130	350***	350***
Чотири кутник 2ПЛ+2АТ	2		160	350	800
2ПЛ + 2АТ	2		240	450	900
2ПЛ + АТ	1		175	400	600
*** Відстань від РВ, встановленого в ланці присіднання ПЛ.					

Таблиця Б. 4. Найбільші захисні відстані від РВ до електроустаткування напругою 750 кВ

Характеристика РУ	Кількість РВ			Відстань від найближчого РВ, м		
	біля силових трансформаторів	біля ШР	у ланці присіднання ВЛ	до силових трансформаторів	до трансформаторів напруги	до іншого устаткування
ПЛ + АТ + ШР	1	1	1	75	200	1000
ПЛ + АТ + 2ШР	1	2	-	75	140	350
Те саме	1	2	1	140	230	1000
ПЛ + 2АТ + ШР	2	1	-	50	140	350
Те саме	2	1	1	130	230	1000
2ПЛ+АТ + 2ШР	1	2	-	100	120	350
2ПЛ + 2АТ + 2ШР	2	2	-	120	120	350

ГЛАВА 4.3 ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНІ ПІДСТАНЦІЇ ТА УСТАНОВКИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

4.3.1. Ця глава Правил поширюється на стаціонарні перетворювальні підстанції і установки з напівпровідниковими перетворювальними агрегатами потужністю 100 кВт і більше в одиниці, призначені для живлення промислових споживачів.

Правила не поширюються на тягові підстанції електрифікованих залізниць і на спеціальні перетворювальні установки, наприклад для газоочищення, лабораторій тощо.

4.3.2. Перетворювальні підстанції та установки мають задовольняти вимогам інших розділів тією мірою, якою вони не змінені цією главою.

4.3.3. Перетворювальним агрегатом називається комплект устаткування, що складається з одного або декількох напівпровідникових перетворювачів, трансформатора, а також приладів і апаратури, необхідних для пуску і роботи агрегату.

Напівпровідниковим перетворювачем називається комплект напівпровідникових вентилів (некерованих або керованих), змонтованих на рамах або в шафах, із системою повітряного або водяного охолодження, а також приладів і апаратури, необхідних для пуску і роботи перетворювача.

4.3.4. Клас напруги окремих елементів перетворювального агрегату, відповідно до якого встановлюються допустимі найменші відстані між частинами, що перебувають під напругою, від цих частин до землі, огорож, а також ширину проходів, необхідність улаштування блокувань дверей визначають:

- 1) для трансформаторів, автотрансформаторів, реакторів - за найбільшим значенням наявної напруги між кожними двома виводами, а також між кожним виводом і заземленими деталями цих апаратів;
- 2) для напівпровідникового перетворювача - за найбільшим значенням наявної напруги між кожними двома виводами з боку змінного струму.

Клас напруги комплектного пристрою, що складається з перетворювача, трансформатора, реакторів тощо і змонтованого в загальному корпусі, визначається найбільшими значеннями напруги, зазначеної в пунктах 1 і 2.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.3.5. На перетворювальних підстанціях і установках, призначених для живлення промислових споживачів, слід застосовувати напівпровідникові перетворювачі.

4.3.6. На перетворювальних підстанціях і установках слід передбачати заходи щодо обмеження:

- впливу підстанції (установки) на якість електричної енергії в живильній мережі до значень згідно з ГОСТ 13109-67^н;
- радіоперешкод, що створюються підстанцією (установкою), до значень згідно із загальносоюзними нормами індустріальних допустимих радіоперешкод,^д ГОСТ 13109-67* замінено.

4.3.7. На перетворювальних підстанціях і установках слід передбачати пристрої для компенсації реактивної потужності в обсязі, що визначається техніко- економічним розрахунком.

4.3.8. Ступінь резервування живлення власних потреб перетворювальних підстанцій та установок має відповідати ступеню резервування живлення перетворювальних агрегатів.

4.3.9. Перетворювальні підстанції та установки мають бути обладнаними телефонним зв'язком, а також пожежною сигналізацією та іншими видами сигналізації, які потрібні за умовами їх роботи.

4.3.10. Перетворювальні підстанції та установки мають бути обладнаними пристроями для продування електроустаткування сухим, очищеним від пилу і вільним від масла стислим повітрям тиском, не більшим 0,2 МПа, від пересувного компресора або від мережі стиснутого повітря, а також промисловими пересувними пирососами.

4.3.11. Для монтажу, розбирання і складання перетворювачів та іншого устаткування слід, як правило, передбачають інвентарні (застосовувані стаціонарно або пересувні) підйомно-транспортні пристрої.

4.3.12. На перетворювальних підстанціях і установках мають бути передбачені пункти живлення для переносних електроінструментів, машин для прибирання приміщень і переносних світильників. Для живлення переносних світильників слід застосовувати напругу не вище 42 В.

ЗАХИСТ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

4.3.13. Трансформатор перетворювального агрегату залежно від типової потужності та первинної напруги має бути обладнаним такими пристроями захисту:

1. Максимальним струмовим захистом миттєвої дії від багатофазних замикань в обмотках і на виводах трансформатора і, якщо це можливо, від КЗ у перетворювачі, що діє на вимкнення.

Захист має бути відрегульованим за струмом спрацьовування від поштовхів струму намагнічення під час увімкнення ненавантаженого трансформатора і від можливих поштовхів струму навантаження; захист, як правило, має бути селективним щодо до автоматичних вимикачів із боку випрямленої напруги і запобіжників напівпровідникових перетворювачів.

Має бути забезпеченим спрацьовування захисту за всіх передбачених значень вторинної напруги трансформатора для можливих значень коефіцієнта трансформації.

В установках з первинною напругою вище 1 кВ, максимальний струмовий захист, як правило, має виконуватися двофазним у трирелейному виконанні.

В установках з первинною напругою до 1 кВ захист трансформатора слід виконувати автоматичним вимикачем, що має максимальні струмові розчіплювачі у двох фазах за ізольованої нейтралі і в трьох фазах - за глухозаземленої нейтралі мережі первинної напруги.

2. Газовим захистом від внутрішніх пошкоджень і зниження рівня масла в трансформаторі.

Газовий захист має встановлюватися на трансформаторах потужністю

1МВ - А і більше, а для внутрішньоцехових перетворювальних підстанцій і установок - на трансформаторах потужністю 0,4 МВ • А і більше. Газовий захист має діяти на сигнал у разі слабких газоутворень і знижень рівня масла і на вимкнення у разі інтенсивного газоутворення.

Залежно від наявності персоналу або термінів його прибуття після появи сигналу, а також від конструкції газового реле може передбачатися дія захисту на вимкнення за подальшого зниження рівня масла. Для захисту від зниження рівня масла може бути застосованим окреме реле рівня в розширювачі трансформатора.

3. Захистом від підвищення тиску (реле тиску) герметичних трансформаторів з дією його на сигнал для трансформаторів потужністю до 0,63 МВ * А і з дією на вимкнення для трансформаторів потужністю понад 0,63 МВ * А.

4. Захистом від перенапружень з боку вторинної напруги трансформатора за випрямленої напруги 600 В і вище.

5. Пробивним запобіжником, установленим в нейтралі або фазі на базі нижчої напруги трансформатора, за вторинної напруги до 1 кВ.

Пристрої захисту з дією на вимкнення мають діяти на вимикач, установлений з боку первинної напруги трансформатора, і за необхідності - на автоматичний вимикач на базі випрямленого струму перетворювального агрегату.

4.3.14. Напівпровідниковий перетворювач залежно від потужності, значення випрямленої напруги, типу, призначення і режиму роботи додатково до захисту за 4.3.13 має бути обладнаним;

1. Швидкодійними запобіжниками в кожній паралельній гілці для захисту окремих або декількох послідовно з'єднаних вентилів. У разі перегорання двох і більше запобіжників має проводитися автоматичне вимкнення перетворювального агрегату. Слід передбачати сигналізацію, що реагує на перегорання запобіжників.

2. Швидко дійним неполяризованим автоматичним вимикачем в одному полюсі з боку випрямленої напруги для захисту від міжполюсних замикань за перетворювачем і для захисту від перекидання інвертора в реверсивних перетворювальних агрегатах під час роботи за схемою блок - перетворювач - споживач.

Кількість автоматичних вимикачів, необхідних для захисту перетворювача, визначається, крім того, схемою силових кіл перетворювача і споживача.

3. Захистом зняття імпульсів керування або зрушення імпульсів керування в бік збільшення кута регулювання перетворювачів тиристорів для запобігання надструмам.

4. Швидкодійним неполяризованим автоматичним вимикачем в одному полюсі під час роботи одного або паралельної роботи декількох напівпровідникових перетворювачів на загальні збірні шини.

5. Захистом від внутрішніх і зовнішніх перенапруг.

4.3.15. Перетворювальний агрегат має бути обладнаним пристроями захисту, контролю і сигналізації, що діють за таких ненормальних режимів роботи:

1. Перевищення допустимої температури масла або негорючої рідини трансформатора.
2. Перевищення допустимої температури води, що охолоджує напівпровідниковий перетворювач.
3. Перегорання запобіжника в силовому колі напівпровідникового вентилля.
4. Припинення дії повітряного або водяного охолодження.
5. Тривале перевантаження перетворювального агрегату.
6. Відсутність керівних імпульсів.
7. Пошкодження (зниження рівня) ізоляції установки.
8. Порушення роботи в інших пристроях власних потреб перетворювального агрегату, що перешкоджають його нормальній роботі.

4.3.16. На перетворювальних підстанціях (установках) з чергуванням персоналу або за контролю їх роботи диспетчером пристрої захисту, контролю і сигналізації, зазначені в 4.3.15, пп. 1-5, 7 і 8, мають діяти на сигнал, а зазначені в 4.3.15, п. 6, - на вимкнення перетворювального агрегату.

На перетворювальних підстанціях (установках) без чергування персоналу і без передавання сигналів на диспетчерський пункт пристрої захисту, контролю і сигналізації, перераховані в 4.3.15, мають діяти на вимкнення перетворювального агрегату.

В окремих випадках виходячи з місцевих умов допускається дія пристроїв, зазначених у 4.3.15, пункт 1, на сигнал.

РОЗМІЩЕННЯ УСТАТКУВАННЯ, ЗАХИСНІ ЗАХОДИ

4.3.17. Трансформатор, регулювальний автотрансформатор, зрівняльні реактори, анодні дільники і фільтрові реактори, що належать до одного перетворювального агрегату, можна установлювати в загальній камері.

Установлювати маслонаповнене устаткування слід відповідно до вимог гл. 5.1. На комплектні перетворювальні підстанції та установки поширюються також вимоги, зазначені в 4.2.111, 4.2.112¹.

4.3.18. Напівпровідникові перетворювачі допускається встановлювати спільно з іншим устаткуванням електротехнічних або виробничих приміщень, якщо цьому не перешкоджають умови навколишнього середовища (сильні магнітні поля, температура, вологість, запиленість тощо).

4.3.19. У виробничих приміщеннях напівпровідникові перетворювачі слід установлювати в шафах.

4.3.20. Двері шаф перетворювачів за випрямленої напруги, вищої 1 кВ, незалежно від місця встановлення шаф (електротехнічне чи виробниче приміщення) повинні мати забезпечене блокування, що вимикає перетворювач з боку змінного і з боку випрямленого струму і не дає змоги увімкнути його за відкритих дверей. Двері шаф перетворювачів, установлюваних ззовні електроприміщень, мають бути забезпеченими внутрішніми замками, що відмикаються спеціальними ключами.

4.3.21. Відкриті напівпровідникові перетворювачі, тобто такі, які мають доступні для дотику частини, що знаходяться під напругою, слід установлювати тільки в електроприміщеннях. При цьому перетворювачі вище

¹ Нумерацію пунктів глави 4.2 змінено.

1 кВ повинні мати суцільну або сітчасту огорожу заввишки не менше 1,9 м. Чарунки сітки огорожі мають бути розміром, не більшими 25 x 25 мм. Двері огорож повинні мати блокування, що вимикає перетворювач без витримки часу як з боку змінного, так і з боку випрямленого струму під час відкриття дверей.

4.3.22. Відкриті перетворювачі до 1 кВ можуть установлюватися:

1. На ділянках підлоги, ізолюваних від землі. При цьому підлога має бути вкритою шаром ізоляції під самим перетворювачем і в зоні до 1,5 м від проекції перетворювача. Шар ізоляції має бути механічно достатньо міцним і розрахованим на 10-кратну робочу напругу випрямленого струму. Стіни та заземлені предмети, розташовані на відстані по горизонталі, меншій 1,5 м від проекції перетворювача, мають бути покритими таким самим шаром ізоляції на висоту 1,9 м або захищеними ізолюваними від землі огорожами.

Перетворювач має бути захищеним поручнями або шнуром з ізолюваних матеріалів на ізолюваних стояках. Ширина проходу в просвіті від перетворювача до ізолюваних від землі огорож, стін та інших предметів має бути не меншою 1 м.

2. На неізолюваній підлозі. При цьому перетворювачі повинні мати суцільні або сітчасті індивідуальні огорожі заввишки не менше 1,9 м. Двері огорожі повинні мати блокування, аналогічне зазначеному в 4.3.20 блокуванню дверей шаф, або закриватися на замок. У останньому випадку над дверима огорожі або на стіні має бути виконано сигналізацію про вимкнення перетворювача як з боку змінної, так і з боку випрямленої напруги.

Вимірювальні прилади, установлені на корпусі перетворювача, мають бути розташованими й змонтованими так, щоб персонал міг стежити за показами приладів, не заходячи за огорожу перетворювача.

4.3.23. Декілька відкритих перетворювачів, що належать до одного перетворювального агрегату, допускається захищати однією загальною огорожею.

4.3.24. У разі встановлення відкритих перетворювачів до 1 кВ на неізолюваній підлозі в електроприміщеннях відстані по горизонталі мають бути не меншими:

1) за частини перетворювача, що знаходяться під напругою, до заземлених огорож, стін тощо з боку, де не потрібне обслуговування перетворювачів, 50 мм;

2) за частини одного перетворювача, що знаходяться під напругою, до заземлених частин іншого перетворювача, заземлених огорож, стін тощо з боку обслуговування 1,5 м;

3) між заземленими частинами різних перетворювачів, а також від заземлених частин перетворювача до заземлених огорож, стін тощо з боку обслуговування 0,8 м;

4) між частинами, що знаходяться під напругою, різних перетворювачів з боку обслуговування 2,0 м.

Відстані, зазначені в пунктах 2-4, установлені за умови забезпечення заходження обслуговуючого персоналу всередину огорож без зняття напруги з перетворювачів.

У разі встановлення відкритих перетворювачів вище 1 кВ в електроприміщеннях відстані по горизонталі мають бути не меншими:

- за частини перетворювача, що знаходяться під напругою, до огорож, стін тощо з боку, де не потрібне обслуговування перетворювачів: за напруги 3 кВ - 165 мм, 6 кВ - 190 мм, 10 кВ - 220 мм;

- між заземленими частинами різних перетворювачів, а також від заземлених частин перетворювача до огорож, стін тощо з боку обслуговування - 0,8 м; цю відстань встановлено за умови забезпечення обслуговування перетворювача за відсутності напруги.

4.3.25. В установках, у яких перетворювальний агрегат складається з двох або більше перетворювачів і, крім того, потрібна робота частини перетворювачів за відсутності напруги на останніх, електричні з'єднання окремих елементів мають бути виконаними так, щоб була можливість вимкнення кожного перетворювача з боку змінної та з боку випрямленої напруги.

4.3.26. У разі встановлення шаф з електроустаткуванням перетворювальних агрегатів у один ряд ширина проходу з боку дверей або знімних стінок має бути не меншою 1 м; за відчинених на 90° дверей шафи допускається звужувати прохід до 0,6 м.

У разі дворядного розташування шаф ширина проходу обслуговування між шафами має бути не меншою 1,2 м; за відчинених на 90° дверей двох шаф, розташованих одна проти одної, між дверима має залишатися прохід завширшки не менше 0,6 м.

Під час встановлення електроустаткування в шафах на висувних візках ширина проходів має бути не меншою:

- за однорядного розміщення шаф - довжини візка плюс 0,6 м;

- за дворядного розміщення - довжини візка плюс 0,8 м.

У всіх випадках ширина проходів має бути не меншою від розміру візка по діагоналі.

4.3.27. Аноди перетворювачів та їх охолоджувачі мають бути забарвленими в яскравий колір, відмінний від кольору решти частин перетворювача.

4.3.28. На корпусі перетворювача мають бути нанесені застережливі знаки із зазначенням напруги перетворювача за неробочого ходу.

4.3.29. В установках з напівпровідниковими перетворювачами ізоляція кіл, пов'язаних з вентиляними обмотками перетворювальних трансформаторів, кіл керування і «сіткового» захисту, а також кіл, які можуть потрапити під потенціал вентиляних обмоток у разі пробою ізоляції, має витримувати протягом 1 хв таку випробувальну напругу змінного струму частотою 50 Гц:

Номінальна напруга кіл, В До 60 220 500 Вище 500

Випробувальна напруга, кВ 1 1,5 2 2,5 $C/\cdot 0+1$,
але не менша ніж 3

u_m - випрямлена напруга неробочого ходу.

За номінальну напругу ізоляції беруть найбільшу з номінальної напруги

(діюче значення), що впливає на ізоляцію в колі, яке перевіряють.

4.3.30. Первинні кола випрямленого струму повинні мати ізоляцію, відповідну до їх робочої напруги.

ОХОЛОДЖЕННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

4.3.31. Для забезпечення температурного режиму перетворювачів, що його вимагає завод-виробник, мають бути передбачатися пристрої для їх охолодження. Способи охолодження, температура охолоджувальної води або повітря та їх витрати задаються заводом-виробником.

4.3.32. У разі повітряного охолодження перетворювачів вміст пилу в повітрі не має перевищувати $0,7 \text{ мг/м}^3$. За більшої концентрації пилу має бути передбачене очищення повітря.

4.3.33. У разі повітряного охолодження перетворювачів повітровід кожного перетворювача повинен мати заслінку (шибер), що забезпечує припинення подавання повітря до перетворювача незалежно від подавання повітря до інших перетворювачів.

4.3.34. Якщо перетворювачі охолоджують водою, то, як правило, слід застосовувати замкнуту циркуляційну систему. Вода за своїми хімічними і фізичними властивостями (хімічний склад, електропровідність, твердість, вміст механічних домішок) має відповідати вимогам заводу-виробника.

4.3.35. Якщо перетворювачі охолоджують водою по проточній і по циркуляційній системах, трубопроводи, що підводять і відводять охолоджувальну воду, мають бути ізольованими від охолоджувальної системи, що має потенціал перетворювача.

Ізоляція має бути виконаною у вигляді ізоляційних труб або шлангів між перетворювачем і теплообмінником (за циркуляційної системи) або між перетворювачем і водопроводом (за проточної системи). Довжина ізоляційних труб і шлангів має бути не меншою, ніж та, що задається заводом-виробником перетворювачів. За проточної системи охолодження ізоляцію між перетворювачем і стічною трубою допускається здійснювати за допомогою струменя води, яка вільно падає в приймальну лійку.

4.3.36. У разі застосування як охолоджувальної рідини антикорозійних розчинів, що мають високу провідність, устаткування охолоджувальної установки (теплообмінник, насос, підігрівачі), що має в цьому випадку потенціал корпусу перетворювача, має бути встановленим на ізоляторах, а трубопроводи між охолоджувальною установкою і перетворювачем у разі доступності їх для дотику за працюючого перетворювача мають виконуватися з ізоляційних труб або шлангів. Охолоджувальну воду слід подавати в теплообмінник через ізоляційну вставку (шланг або трубу). Якщо охолоджувальну установку розташовано поза огорожею перетворювача, вона повинна мати сітчасту або суцільну огорожу, що відповідає вимогам 4.3.22, пункт 2, при цьому блокування дверей огорожі має забезпечувати вимкнення насоса і підігрівана теплообмінника в разі відкриття дверей.

4.3.37. Вентилі для регулювання кількості охолоджувальної води слід установлювати в безпечному і зручному для обслуговування місці. Залежно від місця розташування вони мають бути ізольованими від землі або заземленими.

4.3.38. Ступінь резервування забезпечення перетворювальної підстанції (установки) водою має відповідати ступеню резервування живлення її електроенергією.

4.3.39. Для контролю за роботою охолоджувальних пристроїв має бути встановлено достатню кількість контрольно-вимірювальних приладів і

апаратури (термометри, манометри, реле тиску і протікання, витратоміри тощо).

ОПАЛЮВАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ І ВОДОПОСТАЧАННЯ

4.3.40. У приміщеннях перетворювальних підстанцій та установок має бути передбаченим опалювання.

4.3.41. У холодний час за непрацюючого устаткування опалювання має забезпечувати температуру, не нижчу ніж: у приміщенні перетворювальних агрегатів +16 °С, у приміщеннях теплообмінників +10 °С. У решті приміщень має бути забезпечено температуру, зазначену в санітарних нормах.

4.3.42. У літній період температура повітря в робочій зоні приміщень перетворювальних підстанцій і установок не має перевищувати температуру зовнішнього повітря більш ніж на 5 °С, при цьому найбільша температура має бути не вищою ніж плюс 40 °С.

4.3.43. У приміщеннях підстанції (установки) має бути вжито заходів для видалення надмірної теплоти, що виділяється перетворювальними агрегатами, апаратурою, резисторами та іншим устаткуванням під час роботи установки.

4.3.44. У пристрої загальнообмінної вентиляції, що використовується для видалення надмірної теплоти з приміщень, слід передбачати очищення повітря від пилу.

4.3.45. Рекомендовано передбачати роздільні системи вентиляції для першого поверху, підвалу та інших ізольованих приміщень. Допускається влаштовувати загальну систему вентиляції за наявності керованих заслінок (шиберів), що дають змогу припинити подавання повітря в окремі приміщення на випадок пожежі.

4.3.46. Перетворювальні підстанції та установки мають бути забезпеченими водою виходячи з потреби для охолодження перетворювальних агрегатів і для санітарно-технічних пристроїв.

4.3.47. Водопровід має бути обладнаним сітчастими фільтрами, що унеможливають попадання великих крапель у систему охолодження перетворювачів.

БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.3.48. Будівлі перетворювальних підстанцій і приміщення перетворювальних установок слід зараховувати до виробництв категорії Г за відповідним СНиП.

4.3.49. Стіни приміщень перетворювачів мають бути оштукатуреними і пофарбованими до стелі світлою олійною фарбою, а стелі - побіленими. Фарбування й оброблення решти приміщень проводять відповідно до їх призначення.

4.3.50. Підлоги приміщень перетворювачів повинні мати покриття, що не допускає утворення пилу (наприклад, цемент з мармуровою крихтою, метласька плитка).

4.3.51. У перекриттях і стінах приміщень слід передбачати монтажні люки або отвори для транспортування важкого і громіздкого устаткування.

Люк має бути приставлений в зоні дії вантажопідйомного пристрою.
Перекриття люка повинне мати той самий ступінь вогнестійкості, що й перекриття приміщення, в якому люк розташований.

4.3.52. Підвал приміщень повинен мати гідроізоляцію і дренажний пристрій.

4.3.53. Кабельні тунелі, що входять у будівлі перетворювальних підстанцій або приміщення перетворювальних установок, у місці їх прилягання до будівель (приміщень) мають бути відокремленими від них перегородками, що мають межу вогнестійкості 0,75 год, і дверима, що мають межу вогнестійкості, не меншу 0,6 год. Двері мають відкриватися в бік приміщення підстанції (установки) і мати самозамикальний замок, що відмикається без ключа з боку тунелю.

ГЛАВА 4.4 АКУМУЛЯТОРНІ УСТАНОВКИ СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

4.4.1. Ця глава Правил поширюється на стаціонарні установки кислотних акумуляторних батарей. Правила не поширюються на установки акумуляторних батарей спеціального призначення.

4.4.2. Приміщення акумуляторних батарей, в яких проводиться заряд акумуляторів за напруги понад 2,3 В на елемент, належать до вибухонебезпечних класу В-Ia (див. також 4.4.29 і 4.4.30).

Приміщення акумуляторних батарей, що працюють у режимі постійного підзаряду і заряду з напругою до 2,3 В на елемент, є вибухонебезпечними тільки в періоди формування батарей і заряду після їх ремонту з напругою понад 2,3 В на елемент. В умовах нормальної експлуатації з напругою до 2,3 В на елемент ці приміщення не є вибухонебезпечними.

ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА

4.4.3. Вибір електронагрівальних пристроїв, світильників, електродвигунів вентиляції та електропроводок для основних і допоміжних приміщень акумуляторних батарей, а також установлення і монтаж зазначеного електроустаткування мають проводитися відповідно до вимог, наведених у гл. 7.3¹.

4.4.4. Зарядний пристрій повинен мати потужність і напругу, достатні для заряду акумуляторної батареї на 90% номінальної ємності протягом не більше 8 год за попереднього 30-хвилинного розряду.

4.4.5. Акумуляторна установка має бути обладнаною вольтметром з перемикачем і амперметрами в колах зарядного, підзарядного пристроїв і акумуляторної батареї.

4.4.6. Для зарядних і підзарядних двигунів-генераторів мають передбачатися пристрої для їх вимкнення в разі появи зворотного струму.

4.4.7. У колі акумуляторної батареї, як правило, має встановлюватися автоматичний вимикач, селективний щодо захисних апаратів мережі.

4.4.8. Під зарядний пристрій має забезпечувати стабілізацію напруги нашинах батареї в межах $\pm 2\%$.

¹ Главу 7.3 скасовано.

4.4.9. Акумуляторні установки, в яких застосовується режим заряду батарей з напругою, не більшою 2,3 В на елемент, повинні мати пристрій, що не допускає самочинного підвищення напруги до рівня, вищого 2,3 В на елемент.

4.4.10. Випрямні установки, що застосовуються для заряду і підзаряду акумуляторних батарей, мають приєднуватися з боку змінного струму через роздільний трансформатор.

4.4.11. Шини постійного струму мають бути забезпеченими пристроєм для постійного контролю ізоляції, що дає змогу оцінювати значення опору ізоляції та що діє на сигнал у разі зниженні опору ізоляції одного з полюсів: до 20 кОм - у мережі 220 В, 10 кОм - у мережі 110 В, 5 кОм - у мережі 48 В і 3 кОм - у мережі 24 В.

4.4.12. Для акумуляторної батареї слід передбачати блокування, що не допускає проведення заряду батареї з напругою, більшою ніж 2,3 В на елемент, за вимкненої вентиляції.

4.4.13. У приміщенні акумуляторної батареї один світильник має бути приєднаним до мережі аварійного освітлення.

4.4.14. Акумулятори мають встановлюватися на стелажах або на полицях шафи. Відстані по вертикалі між стелажми або полицями шафи мають забезпечувати зручне обслуговування акумуляторної батареї. Акумулятори можуть встановлюватися в один ряд у разі одностороннього їх обслуговування або у два ряди - у разі двостороннього.

У разі застосування здвоєних скляних посудин їх розглядають як один акумулятор.

4.4.15. Стелажі для встановлення акумуляторів мають бути виконаними, випробуваними та маркованими відповідно до вимог ГОСТ або технічних умов; вони мають бути захищеними від дії електроліту стійким покриттям.

4.4.16. Акумулятори мають бути ізованими від стелажів, а стелажі - від землі за допомогою ізовальних підкладок, стійких проти дії електроліту і його пари. Стелажі для акумуляторних батарей напругою, не вищою 48 В, можуть встановлюватися без ізовальних підкладок.

4.4.17. Проходи для обслуговування акумуляторних батарей мають бути шириною в просвіті між акумуляторами, не меншою 1 м за двостороннього розташування акумуляторів та 0,8 м - за одностороннього. Розміщування акумуляторних батарей має проводитися з дотриманням вимог ГОСТ на стелажі для стаціонарних установок електричних акумуляторів.

4.4.18. Відстань від акумуляторів до опалювальних приладів має бути не меншою 750 мм. Цю відстань може бути зменшено за умови встановлення теплових екранів з вогнетривких матеріалів, що унеможливають місцеве нагрівання акумуляторів.

4.4.19. Відстані між струмовідними частинами акумуляторів мають бути не меншими 0,8 м за напруги, вищої 65 В до 250 В у період нормальної роботи (не- зарядки), і не меншими 1 м - за напруги, вищої ніж 250 В.

Під час встановлення акумуляторів у два ряди без проходу між рядами напруга між струмовідними частинами сусідніх акумуляторів різних рядів не має перевищувати 65 В у період нормальної роботи (незарядки).

Електроустаткування, а також місця з'єднання шин і кабелів треба розташовувати на відстані, не меншій 1 м від негерметичних акумуляторів, і не меншій

0,3 м - нижче найнижчої точки стелі.

4.4.20. Ошинування акумуляторних батарей треба виконувати мідними або алюмінієвими неізольованими шинами або одножильними кабелями з кислотостійкою ізоляцією.

З'єднання і відгалуження мідних шин і кабелів мають виконуватися зварюванням або паянням, алюмінієвих - тільки зварюванням. З'єднання шин із прохідними стрижнями вивідної плити має виконуватися зварюванням.

Місця приєднання шин і кабелів до акумуляторів мають лудитися.

Електричні з'єднання від вивідної плити з приміщення акумуляторної батареї до комутаційних апаратів і розподільного щита постійного струму треба виконувати одножильними кабелями або неізольованими шинами.

4.4.21. Неізольовані провідники мають бути двічі пофарбованими кислотостійкою без спирту фарбою по всій довжині, за винятком місць з'єднання шин, приєднання до акумуляторів та інших з'єднань. Нефарбовані місця мають бути змащеними технічним вазеліном.

4.4.22. Відстань між сусідніми неізольованими шинами визначається розрахунком на динамічну стійкість. Зазначена відстань, а також відстань від шин до частин будівлі та інших заземлених частин має бути в просвіті не менше 50 мм.

4.4.23. Шини мають прокладатися на ізоляторах і закріплюватися на них шинотримачами.

Прогін між опорними точками шин визначається розрахунком на динамічну стійкість (з урахуванням 4.4.22), але має бути не більше 2 м. Ізолятори, їх арматура, деталі для кріплення шин і підтримувальні конструкції мають бути електрично- і механічно стійкими проти тривалої дії пари електроліту. Заземлення підтримувальних конструкцій не потрібне.

4.4.24. Вивідна плита з приміщення акумуляторної батареї має бути стійкою проти дії пари електроліту. Рекомендовано застосовувати плити з просоченого парафіном азбоцементу, ебоніту тощо. Застосовувати для плит мармур, а також фанеру й інші матеріали шаруватої структури не допускається.

У разі встановлення плит у перекритті площина плити має підноситися над ним не менше ніж на 100 мм.

4.4.25. Під час вибору і розрахунку акумуляторної батареї слід враховувати зменшення її ємності за температури в приміщенні акумуляторної батареї нижче +15 °С.

БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.4.26. Стационарні акумуляторні батареї мають встановлюватися в спеціально призначених для них приміщеннях. Допускається встановлювати в одному приміщенні декілька кислотних батарей.

4.4.27. Приміщення акумуляторних батарей належать до виробництв категорії Е і їх треба розміщувати в будівлях не нижче II ступеня вогнестійкості за протипожежними вимогами СНиП II-2 Держбуду СРСР.

Двері та віконні рами можуть бути дерев'яними.

4.4.28. Акумуляторні батареї рекомендовано встановлювати в приміщеннях з природним освітленням; для вікон необхідно застосовувати матове або покрите білою клейовою фарбою скло.

Приміщення акумуляторних батарей допускається виконувати без природного освітлення; допускається також розміщення їх у сухих підвальних приміщеннях. У цих випадках не вимагається застосовувати панелі, що легко скидаються.

4.4.29. Переносні акумулятори закритого типу (наприклад, стартери), що застосовуються для живлення стаціонарних електроустановок, а також відкриті акумуляторні батареї до 60 В загальною ємністю, не більшою 72 А • год, можуть встановлюватися як в окремому приміщенні з вентиляцією, що має природне увімкнення, так і в загальному виробничому невибухо- і непожежонебезпечному приміщенні, у вентиляційних металевих шафах з видаленням повітря поза приміщенням. Переносні акумулятори закритого типу, що працюють у режимі розрядки або постійної підзарядки, зарядка яких проводиться поза місцем їх встановлення, можуть бути встановленими і в металевих шафах з жалюзі без видалення повітря поза приміщенням.

За дотримання зазначених умов клас приміщень щодо вибухо- і пожежонебезпечності не змінюється.

4.4.30. Герметичні стаціонарні акумулятори, зарядка яких проводиться за напруги, не вищої 2,3 В на елемент, можуть встановлюватися в загальному виробничому невибухо- і непожежонебезпечному приміщенні за умови встановлення над ними вентиляційної парасольки. При цьому клас приміщень щодо вибухо- і пожежонебезпечності не змінюється.

4.4.31. Приміщення акумуляторної батареї має бути:

- розташованим якомога ближче до зарядних пристроїв і розподільного щита постійного струму;
- ізольованим від потрапляння до нього пилу, випаровувань і газу, а також від проникнення води через перекриття;
- легкодоступним для обслуговуючого персоналу.

Крім того, приміщення акумуляторної батареї не слід розміщувати поблизу джерел вібрації і трясіння.

4.4.32. Вхід до приміщення акумуляторної батареї має здійснюватися через тамбур. Улаштувати вхід з побутових приміщень не допускається.

Тамбур повинен мати такі розміри, щоб двері з приміщення акумуляторної батареї до тамбура можна було відкривати і закривати в разі закритих дверей з тамбура в суміжне приміщення; площа тамбура має бути не меншою ніж 1,5 м². Двері тамбура мають відчинятися назовні і забезпечуватися самозамикальними замками, що відмикаються без ключа зсередини.

На дверях мають бути написи: «Акумуляторна», «Вогнебезпечно», «З вогнем не входить», «Палити заборонено».

4.4.33. При приміщеннях акумуляторних батарей має бути окрема кімната для зберігання кислоти, сепараторів, приладдя і для приготування електроліту площею не менше 4 м².

4.4.34. Стелі приміщень акумуляторних батарей мають бути, як правило, горизонтальними і гладкими. Допускаються стелі з конструкціями, що

виступають, або похилі за умови виконання вимог 4.4.43.

4.4.35. Підлоги приміщень акумуляторних батарей мають бути тільки горизонтальними, на бетонній основі з кислотостійким покриттям (керамічні кислотостійкі плитки із заповненням швів кислотостійким матеріалом або асфальт).

У разі встановлення стелажів на асфальтовому покритті мають застосовуватися опорні майданчики з міцного кислотостійкого матеріалу. Установлювати стелажі безпосередньо на асфальтове покриття не допускається.

У середині приміщень акумуляторної батареї і кислотної, а також біля дверей цих приміщень має бути влаштованим плінтус із кислотостійкого матеріалу.

4.4.36. Стіни, стелі, двері та віконні рами, вентиляційні коробки (із зовнішньої і внутрішньої сторін), металеві конструкції та інші частини приміщень акумуляторних батарей мають фарбуватися кислотостійкою фарбою.

4.4.37. У разі розміщення акумуляторів у витяжних шафах внутрішня поверхня шаф має бути пофарбованою кислотостійкою фарбою.

4.4.38. У приміщеннях акумуляторних батарей з номінальною напругою понад 250 В у проходах для обслуговування треба установлювати дерев'яні ґрати, що ізолюють персонал від підлоги.

4.4.39. У разі застосування інвентарних вентиляційних пристроїв мають бути передбачені місця для їх встановлення і виводи до них коробів припливно-витяжної вентиляції приміщення акумуляторної батареї.

САНІТАРНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.4.40. Приміщення акумуляторних батарей, у яких проводиться заряд акумуляторів за напруги понад 2,3 В на елемент, мають бути обладнаними стаціонарною примусовою припливно-витяжною вентиляцією.

Для приміщень акумуляторних батарей, що працюють у режимі постійного підзаряду і заряду за напруги до 2,3 В на елемент, має бути передбачені застосування стаціонарних або інвентарних пристроїв примусової припливно-витяжної вентиляції на період формування батарей та контрольних перезарядів.

Необхідний обсяг свіжого повітря V , м³/год, визначають за формулою:

$$V = 0,07 \cdot I_{зар} \cdot n$$

де $I_{зар}$ - найбільший зарядний струм, А;

n - кількість елементів акумуляторної батареї; при цьому концентрація сірчаної кислоти в повітрі приміщення акумуляторної батареї має бути не більшою зазначеної в СН 245-71 * « Санітарні норми проектування промислових підприємств » Держбуду СРСР.

Крім того, для вентиляції приміщень акумуляторних батарей слід виконувати природну витяжну вентиляцію, яка забезпечує не менше ніж

одноразовий обмін повітря за 1 годину. У тих випадках, коли природна вентиляція не може забезпечити необхідну кратність обміну повітря, треба застосовувати примусову витяжну вентиляцію.

4.4.41. Вентиляційна система приміщень акумуляторної батареї має обслуговувати тільки акумуляторні батареї та кислотну. Викид газів має проводитися через шахту, підняту над дахом будівлі не менше ніж на 1,5 м. Шахта має бути захищеною від попадання в неї атмосферних опадів. Вмикати вентиляцію в димарі або в загальній системі вентиляції будівлі заборонено.

4.4.42. У разі улаштування примусової витяжної вентиляції вентилятор повинен мати вибухобезпечне виконання.

4.4.43. Відсмоктування газів має проводитися як з верхньої, так і з нижньої частини приміщення з боку, протилежного притоку свіжого повітря.

Якщо стеля має конструкції, що виступають, або нахил, то має передбачатися витяжка повітря відповідно з кожного відсіку або з верхньої частини простору під стелею.

Відстань від верхньої кромки верхніх вентиляційних отворів до стелі має бути не більше 100 мм, а від нижньої кромки нижніх вентиляційних отворів до підлоги — не більше 300 мм.

Потік повітря з вентиляційних каналів не має бути спрямованим безпосередньо на поверхню електроліту акумуляторів.

Металеві вентиляційні короби не мають розташовуватися над відкритими акумуляторами.

Застосовувати інвентарні вентиляційні короби в приміщеннях акумуляторних батарей не допускається.

Швидкість повітря в приміщеннях акумуляторних батарей і кислотних у разі роботи вентиляційних пристроїв має відповідати вимогам СН 245-71*.

4.4.44. Температура в приміщеннях акумуляторних батарей у холодний період на рівні розташування акумуляторів має бути не нижче +10 °С.

На підстанціях без постійного чергування персоналу, якщо акумуляторну батарею вибрано з розрахунку роботи тільки на увімкнення і вимкнення вимикачів, допускається приймати зазначену температуру не нижче 0 °С.

4.4.45. Опалювати приміщення акумуляторної батареї рекомендовано за допомогою калориферного пристрою, що розташовується поза цим приміщенням і подає тепле повітря через вентиляційний канал. У разі застосування електропідігрівання має бути вжито заходів проти занесення іскор через канал.

У разі улаштування парового або водяного опалювання воно має виконуватися в межах приміщення акумуляторної батареї гладкими трубами, з'єднаними зварюванням. Фланцеві з'єднання й установлення вентилів забороняються.

4.4.46. На електростанціях, а також на підстанціях, обладнаних водопроводом, поблизу приміщення акумуляторної батареї треба встановлювати водопровідний кран і раковину. Над раковиною має бути напис: «Кислоту та електроліт не зливати».

РОЗДІЛ 5

ЕЛЕКТРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ

Глави 5.1-5.3,5.6. ПУЕ-86 (шосте видання, перероблене і доповнене). Міністерство енергетики і електрифікації СРСР, 1986 р.

Глава 5.4. Електроустаткування кранів. Скасована згідно з наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 21.06.2001 р. №272.

Глава 5.5. Електроустаткування ліфтів. Скасована згідно з наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 21.06.2001 р. №272.
Зміна № 3.1999 р.

ГЛАВА 5.1 ЕЛЕКТРОМАШИННІ ПРИМІЩЕННЯ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

5.1.1. Ця глава Правил поширюється на улаштування електромашинних приміщень і встановлення в них електроустаткування. Якщо потужність найбільшої встановленої в них машини або перетворювача менша ніж 500 кВт, виконувати вимоги 5.1.8-5.1.10, 5.1.12, 5.1.13, 5.1.20, 5.1.33і 5.1.34 необов'язково.

5.1.2. Електромашинними приміщеннями (ЕМП) називаються приміщення, у яких спільно можна встановлювати електричні генератори, обертові або статичні перетворювачі, електродвигуни, трансформатори, розподільчі установки, щити і пульти керування, а також допоміжне устаткування, що належить до них, і обслуговування яких проводиться персоналом, що відповідає вимогам гл. 1.1.

5.1.3. Установлення електроустаткування, що розглядається в даній главі, має відповідати вимогам відповідних інших глав Правил тією мірою, якою їх не змінено згідно з цією главою.

Установлення електроустаткування вище ніж 1 кВ в частині, не зазначеній у цій главі, має відповідати вимогам гл. 4.2 щодо внутрішньо-цехових підстанцій.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.1.4. Електромашинні приміщення слід зараховувати до групи приміщень з виробництвом категорії Г за відповідним СНиП Держбуду СРСР.

5.1.5. Електромашинні приміщення мають бути обладнаними телефонним зв'язком і пожежною сигналізацією, а також іншими видами сигналізації,

потрібними за умовами роботи.

5.1.6. У ЕМП допускається розміщувати редуктори і шестерінчасті кліті механізмів, пов'язаних з електродвигунами, які встановлені в цьому ЕМП.

5.1.7. Обертіві частини встановленого в ЕМП устаткування, розташовані на доступній висоті, мають бути захищеними від випадкових дотиків відповідно до чинних вимог безпеки.

5.1.8. У ЕМП мають бути передбачені мережі живлення зварювальних трансформаторів, переносних світильників і електроінструменту, а також машин для прибирання приміщень. Для живлення переносних світильників має застосовуватися напруга, не вища ніж 42 В.

5.1.9. Електромашинні приміщення мають бути обладнаними пристроями для продування електроустаткування сухим, чистим, стиснутим повітрям тиском, не більшим ніж 0,2 МПа, від пересувного компресора або від мережі стиснутого повітря з фільтрами й осушувачами. Електромашинні приміщення мають бути також обладнаними промисловим пересувним пирососом для збирання пилу.

5.1.10. Для транспортування і монтажу, розбирання і складання електричних машин, перетворювачів та інших робіт мають бути, як правило, передбачені інвентарні (стаціонарні або пересувні) підйомні та транспортні пристрої.

РОЗМІЩЕННЯ І ВСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

5.1.11. Компонування ЕМП на всіх відмітках має допускати зручне транспортування і монтаж устаткування. У підвалі ЕМП за його довжини понад 100 м мають бути передбачені проїзди для електрокарів або транспортних візків.

Відстань у просвіті між елементами устаткування, що транспортуються, і елементами будівлі або устаткування має бути не меншою ніж 0,3 м по вертикалі та 0,5 м - по горизонталі.

5.1.12. Ширина проходів між фундаментами або корпусами машин, між машинами і частинами будівлі або устаткування має бути не меншою ніж 1 м у просвіті; допускаються місцеві звуження проходів між виступаючими частинами машин і будівельними конструкціями до 0,6 м на довжині, не більшій ніж 0,5 м.

5.1.13. Відстань у просвіті між корпусом машини і стіною будівлі або між корпусами, а також між торцями машин, що стоять поряд, за наявності проходу з другого боку машин має бути не меншою ніж 0,3 м за висоти машин до 1 м від рівня підлоги і не меншою 0,6 м - за висоти машин понад 1 м.

Ширина проходу обслуговування між машинами і фасадом (лицьовою стороною обслуговування) пульта керування або щита керування має бути не меншою

2 м. У разі встановлення щитів у шафі ця відстань вибирається від машини до закритих дверей або стінки шафи.

Зазначені вимоги не стосуються постів місцевого керування приводами.

Ширина проходу між корпусом машини і торцем пульта керування або щита керування має бути не меншою ніж 1 м.

5.1.14. Ширина проходу обслуговування у просвіті між рядом шаф з

електроустаткуванням напругою до 1 кВ і частинами будівлі або устаткування має бути не меншою ніж 1 м, а за відкритих дверцят шафи - не меншою ніж 0,6 м; у разі дворядного розташування шаф ширина проходу у просвіті між ними має бути не меншою ніж 1,2 м, а між відкритими протилежними дверцятами - не меншою ніж 0,6 м.

Допускається установлювати машини потужністю до 10 кВт і малогабаритне устаткування в проходах обслуговування за розподільчими щитами, стелажми, пультами та іншими подібними елементами РУ до 1 кВ за рахунок місцевого звуження проходів у просвіті до значення не меншого ніж 0,6 м, при цьому відстань від корпусу машини або апарата до струмовідних частин щита має бути не меншою за зазначену в 4.1.21, пункт 2^і.

Розміри проходів обслуговування для РУ, щитів та іншого устаткування мають задовольняти вимогам, наведеним у 4.1.21-4.1.23 і 4.2.86^і.

У підвальному поверсі ЕМП слід передбачати виконання кабельного поверху або кабельного тунелю за відкритої прокладки понад 350 силових і контрольних кабелів або понад 150 силових кабелів у найбільш завантаженому кабелями перерізі підвалу.

Ширина проходів у кабельних спорудах має прийматися відповідно до 2.3.123 і 2.3.125^і. Ряди кабельних конструкцій з кабелями в цих спорудах не мають утворювати тупиків завдовжки понад 7 м. Щоб уникнути утворення тупиків, допускається влаштовувати прохід під кабелями заввишки в просвіті не менше ніж 1,5 м від підлоги. Над таким проходом допускається зменшувати відстань між полицями, що забезпечує можливість демонтажу кабелів, але не менше ніж на 100 мм.

5.1.15. Безпосередньо у ЕМП допускається відкрито встановлювати:

1. Маслонаповнені пускові та пускорегулювальні пристрої для електричних машин до і вище 1 кВ (автотрансформатори, реактори, реостати тощо) за маси масла до 600 кг.

2. Трансформатори потужністю до 1,6 МВ*А, автотрансформатори, вимірювальні трансформатори та інші апарати з масою масла до 2 т, які мають підвищену міцність баків і ущільнення, що унеможливають течі масла, а також (для трансформаторів і автотрансформаторів) газовий захист або реле тиску, що працює на сигнал.

Допускається спільне встановлення групи, що складається не більше ніж із двох зазначених трансформаторів (апаратів), за відстані між окремими групами, не меншої ніж 10 м у просвіті.

3. Трансформатори сухі або наповнені негорючими рідинами без обмеження потужності та кількості.

4. Металеві КРУ, підстанції до 1 кВ і вище, батареї конденсаторів або окремі конденсатори.

5. Акумуляторні батареї закритого типу за умови влаштування витяжного пристрою або зарядки в спеціальних приміщеннях чи шафах.

6. Напівпровідникові перетворювачі.

7. Щити керування, захисту, вимірювання, сигналізації, а також щити блоків і станцій керування зі встановленими на них апаратами, що мають на лицьовій або задній стороні відкриті струмовідні частини.

8. Неізольовані струмопроводи до 1 кВ і вище.

9. Устаткування охолодження електричних машин.

5.1.16. У разі розташування в ЕМП маслонаповненого електроустаткування в закритих камерах з викочуванням усередину ЕМП маса масла в устаткуванні, встановленому в одній камері або в групі суміжних камер, має бути не більшою ніж 6,5 т, а відстань у просвіті між двома камерами або групами камер - не меншою ніж 50 м.

Якщо цю відстань не може бути витримано або якщо маса масла в одній камері або в групі суміжних камер більша ніж 6,5 т, то маслонаповнене електроустаткування треба розміщувати в камерах з викочуванням назовні або в коридор, спеціально призначений для цієї мети, або у виробниче приміщення з виробництвом категорій Г або Д за відповідним СНиП Держбуду СРСР.

5.1.17. Відмітка верхньої поверхні фундаментних плит обертових машин, не пов'язаних з механічним устаткуванням (перетворювальні, збуджувальні, зарядні агрегати тощо), має бути вищою за відмітку чистої підлоги не менше ніж на 50 мм. Відмітка верхньої поверхні фундаментних плит обертових машин, пов'язаних з механічним устаткуванням, визначається вимогами, що ставляться до його установлення.

5.1.18. Наскрізний прохід через ЕМП трубопроводів, що містять вибухо-небезпечні гази, горючі або легкозаймисті рідини, не допускається. У ЕМП дозволено прокласти тільки трубопроводи, що безпосередньо належать до встановленого в них устаткування. Холодні трубопроводи повинні мати захист від запотівання. Гарячі трубопроводи повинні мати теплову вогнетривку ізоляцію в тих місцях, де це необхідно для захисту персоналу або устаткування. Трубопроводи повинні мати відмітне забарвлення.

5.1.19. У випадках, коли верхня відмітка фундаментної плити машини знаходиться вище або нижче за відмітку підлоги ЕМП більш ніж на 400 мм, то навколо машини має передбачатися вогнетривкий майданчик завширшки не менше ніж 600 мм з поручнями і сходами. Майданчики обслуговування, розташовані на висоті до 2 м над рівнем підлоги, мають захищатися поручнями, а на висоті понад 2 м — поручнями і бортовими бар'єрами. Для входу на майданчики слід передбачати сходи.

5.1.20. За наявності на підприємстві залізничної мережі, пов'язаної із залізницею загального користування, і в разі доставки великовагового устаткування залізницею рекомендовано передбачати залізничну лінію нормальної колії з тупиковим заходженням до ЕМП. Довжина тупикового заходження має забезпечувати можливість зняття устаткування з відкритої платформи за допомогою вантажопідійомних пристроїв ЕМП.

Якщо доставка устаткування проводиться автотранспортом, рекомендовано передбачати можливість заїзду автотранспорту до ЕМП, у зону дії вантажопідійомних пристроїв.

5.1.21. Електричні машини треба встановлювати так, щоб їх робота не викликала шуму і вібрації самої машини, фундаменту або частин будівлі понад допустимі межі.

5.1.22. Для провадження монтажних і ремонтних робіт в ЕМП мають

передбачатися спеціальні майданчики (монтажні майданчики) або використані вільні майданчики між устаткуванням, розраховані на найбільш важке, практично можливе навантаження від устаткування і розташовані в зоні дії вантажопідйомних пристроїв ЕМП. Зовнішні контури підлоги монтажного майданчика мають бути позначеними фарбою або метглаською плиткою, що відрізняються кольором від інших частин підлоги.

Ділянки ЕМП, по яких транспортується устаткування, мають бути розрахованими на навантаження устаткування, що транспортується. Контури цих ділянок слід позначати фарбою або плиткою.

Розміри монтажних майданчиків визначаються за габаритом найбільшої деталі (в упаковці), для розміщення якої вони призначені, із запасом в 1 м у бік. Місця встановлення стояків для розміщення якорів великих електричних машин на монтажних майданчиках мають бути розрахованими на навантаження від ваги цих якорів і стояків і мати відмітне забарвлення. На монтажних майданчиках має бути нанесено написи з вказівкою значення найбільшого допустимого навантаження.

5.1.23. Електричні світильники в ЕМП не слід розташовувати над відкритими шинами РУ і відкритими струмопроводами. Електричні світильники, що обслуговуються з підлоги, не слід розташовувати над обертовими машинами.

ЗМАЩУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

5.1.24. Системи циркуляційного змащування електричних машин і технологічних механізмів рекомендовано об'єднувати за умови, що застосовуваний сорт масла придатний для тих і інших і що технологічні механізми не є джерелом засмічення масла металевим пилом, водою або іншими шкідливими домішками.

5.1.25. Устаткування централізованих систем змащування, у тому числі призначеного тільки для електричних машин, слід установлювати ззовні ЕМП.

5.1.26. Система змащування електричних машин потужністю понад 1 МВт має бути забезпеченою показчиками рівня масла і приладами контролю температури масла та підшипників, а за наявності циркуляційного масла, крім того, - приладами контролю протікання масла.

5.1.27. Трубопроводи масла і води можуть прокладатися до підшипників відкрито або в каналах зі знімними покриттями з вогнетривких матеріалів. У необхідних випадках допускається також приховане прокладання трубопроводів у землі або бетоні.

З'єднувати труби з арматурою допускається фланцями.

Діафрагми та вентиля мають установлюватися безпосередньо біля місць підведення масла до підшипників електричних машин.

Труби, що підводять масло до підшипників, електрично ізолюваних від фундаментної плити, мають бути електрично ізолюваними від підшипників та інших деталей машини. Кожна труба повинна мати не менше ніж два

ізоляційних проміжки або ізолюючу вставку, завдовжки не меншу ніж 0,1 м.

5.1.28. У необхідних випадках БМП мають бути обладнані резервуарами і системою трубопроводів для спускання брудного масла з маслonaповненого електроустановки. Спускати масло в каналізацію заборонено.

ВЕНТИЛЯЦІЯ Й ОПАЛЮВАННЯ

5.1.29. Для ЕМП мають бути передбачені заходи щодо видалення надмірної теплоти, яка виділяється електричними машинами, резисторами і апаратурою.

Температура повітря в БМП, у яких працюють люди, має відповідати санітарним нормам.

Температура повітря для охолодження працюючих електричних машин не повинна перевищувати плюс 40 °С. Повітря для охолодження електричних машин має бути очищеним від пилу. Повітря, що надходить у зупинені електричні машини, повинне мати температуру не менше ніж +5 °С.

Для машин з розімкненим циклом вентиляції мають бути передбачені на підвідних і відвідних повітропроводах жалюзі, що закриваються, для запобігання всмоктуванню навколишнього повітря в зупинену машину.

Електромашинні приміщення мають бути обладнаними приладами контролю температури.

5.1.30. Приміщення відкритої акумуляторної батареї та конденсаторної установки, розташовані всередині ЕМП, повинні мати окремі системи вентиляції згідно

з вимогами, наведеними відповідно в гл. 4.4 і 5.6.

5.1.31. У місцевостях із забрудненим повітрям будівлі ЕМП слід виконувати так, щоб забезпечувалася можливість потрапляння до них тільки очищеного повітря. Для цього двері, ворота та інші отвори повинні мати ущільнення. Ці будівлі рекомендовано виконувати без вікон і ліхтарів або з пілонепроникними світловими отворами, наприклад із заповненням склоблоками. Система загальної вентиляції будівлі ЕМП має запобігати можливості підсмоктування неочищеного повітря.

5.1.32. У вентиляційних камерах і каналах санітарно-технічної вентиляції прокладати кабелі і проводи не дозволяється. Допускається тільки перетинати камери і канали проводами і кабелями, прокладеними в сталевих трубах.

У камерах і каналах вентиляції електричних машин допускається прокладати проводи і кабелі з оболонками з вогнетривких і важкоспалимих матеріалів, а також неізольованих шин. Установлювати у вентиляційних каналах і камерах машин кабельні муфти та інше електроустановки не допускається.

5.1.33. У ЕМП рекомендовано передбачати роздільні системи вентиляції для першого поверху, підвалу та інших ізольованих приміщень. Допускається влаштовувати загальну систему вентиляції за наявності керованих заслінок, що дають змогу відсікати подання повітря в окремі приміщення на випадок пожежі.

У ЕМП не слід розміщувати установки для вентиляції суміжних пожежоне-безпечних приміщень (наприклад, маслопідвалів).

БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

5.1.34. У ЕМП з постійним чергуванням персоналу слід передбачати комфортні приміщення для чергового персоналу, обладнані необхідними засобами сигналізації,

вимірювання і зв'язку з подаванням кондиціонованого повітря, і санвузол для обслуговуючого персоналу, а також опалювання відповідно до чинних санітарних вимог.

5.1.35. Стіни ЕМП до висоти, не меншої ніж 2 м, треба фарбувати світлою масляною фарбою, а решта поверхні - світлою клейовою фарбою відповідно до вказівок щодо раціонального кольорового оброблення виробничих приміщень. Вентиляційні канали, у тому числі канали у фундаментах машин, по всій внутрішній поверхні мають фарбуватися світлою фарбою, яка не підтримує горіння, або бути фанерованими глазурованими плитками чи пластикатовим покриттям, що не підтримує горіння.

Електроустаткування в ЕМП має бути пофарбованим відповідно до вказівок щодо раціонального кольорового оброблення устаткування.

Підлоги ЕМП повинні мати покриття, що не допускає утворення пилу (наприклад, цементне з мармуровою крихтою, з метласької плитки).

5.1.36. Як опори для перекриття підвалу ЕМП допускається використовувати фундаменти машин за дотримання вимог СНиП Держбуду СРСР на проектування фундаментів машин з динамічними навантаженнями.

У перекриттях ЕМП слід передбачати монтажні люки або отвори для транспортування важкого і громіздкого устаткування з одного поверху на інший. Люки мають розташовуватися в зоні дії вантажопідйомного пристрою. Перекриття люка повинне мати той самий ступінь вогнестійкості, що й перекриття, у якому розташовано люк.

5.1.37. Підвал ЕМП повинен мати дренажний пристрій, а в разі високого рівня ґрунтових вод, крім того, і гідроізоляцію.

5.1.38. Кабельні тунелі, що входять до ЕМП, у місці прилягання до ЕМП мають бути відокремлені від них перегородками з межею вогнестійкості не менше ніж

0, 75 год, або дверима з межею вогнестійкості не менше ніж 0,6 год. Двері мають відчинятися в обидва боки і мати самозамикальний замок, що відмикається без ключа з боку тунелю.

ГЛАВА 5.2 ГЕНЕРАТОРИ ТА СИНХРОННІ КОМПЕНСАТОРИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

5.2.1. Ця глава Правил поширюється на стаціонарне встановлення в спеціальних приміщеннях (машинних залах) або на відкритому повітрі генераторів теплових і гідравлічних електростанцій, а також синхронних компенсаторів. Зазначені установки мають відповідати також вимогам, наведеним у гл. 5.1, за винятком 5.1.2,

5.1.14, пункти 8, 5.1.17, 5.1.31-5.1.33. Установлення допоміжного устаткування генераторів і синхронних компенсаторів (електродвигунів, РУ і пускорегулювальної апаратури, щитів тощо) має відповідати вимогам

відповідних глав цих Правил.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.2.2. Генератори, синхронні компенсатори та їх допоміжне устаткування, що встановлюються на відкритому повітрі, повинні мати спеціальне виконання.

5.2.3. Конструкція генераторів і синхронних компенсаторів має забезпечувати їх нормальну експлуатацію протягом 20-25 років з можливістю заміни деталей, що зношуються і пошкоджуються, та вузлів за допомогою основних вантажопідйомних механізмів і засобів малої механізації без повного розбирання машини.

Конструкціями гідрогенератора і системи його водопостачання має бути передбачено можливість повного видалення води і відсутності застійних зон під час ремонту в будь-яку пору року.

5.2.4. Генератори і синхронні компенсатори мають бути обладнаними контрольно-вимірювальними приладами відповідно до гл. 1.6, пристроями керування, сигналізації, захисту відповідно до 3.2.34-3.2.50 і 3.2.72-3.2.90, пристроями АГП захисту ротора від перенапружень, АРЗ відповідно до 3.3.52-3.3.60, а також пристроями автоматики для забезпечення автоматичного пуску, роботи і зупину агрегату. Крім того, турбогенератори потужністю 100 МВт і більше та синхронні компенсатори з водневим охолодженням мають бути обладнаними пристроями дистанційного контролю вібрації підшипників. Турбо- і гідрогенератори потужністю 300 МВт і більше мають бути обладнаними також осцилографами із записом передаварійного процесу.

5.2.5. Панелі керування, релейного захисту, автоматики, збудження і безпосереднього водяного охолодження гідрогенератора мають, як правило, розміщуватися в безпосередній близькості від нього.

5.2.6. Електричні та механічні параметри потужних турбо- і гідрогенераторів мають, як правило, прийматися оптимальними з погляду навантажувальної здатності. За необхідності забезпечення сталості роботи параметри генераторів можуть прийматися відмінними від оптимальних з погляду навантажувальної здатності під час обґрунтування техніко-економічними розрахунками.

5.2.7. Напруга генераторів має прийматися на основі техніко-економічних розрахунків за погодженням із заводом-виробником і відповідно до чинних вимог ГОСТ.

5.2.8. Установлення додаткового устаткування для використання гідро-генераторів як синхронних компенсаторів має бути обґрунтованим техніко-економічними розрахунками.

5.2.9. Для монтажу, розбирання і складання генераторів, синхронних компенсаторів та їх допоміжного устаткування мають передбачатися стаціонарні, пересувні або інвентарні підйомно-транспортні пристосування і механізми.

5.2.10. У разі застосування зовнішніх вантажопідйомних кранів гідро-електростанцій мають передбачатися прості заходи для унеможливлення дії дощів та снігу на устаткування за тривалого розкриття приміщень і монтажних майданчиків.

5.2.11. Електростанції повинні мати приміщення для зберігання резервних стрижнів обмотки статора. Приміщення мають бути сухими, опалюваними, з температурою, не нижчою ніж +5 °С, обладнаними спеціальними стелажми.

ОХОЛОДЖЕННЯ І ЗМАЩУВАННЯ

5.2.12. Під час живлення морською або прісною водою з агресивним впливом газоохолоджувачі, теплообмінники і маслоохолоджувачі, трубопроводи та арматура до них мають виконуватися з матеріалів, стійких до дії корозії.

5.2.13. Генератори та синхронні компенсатори з розімкненою системою охолодження і гідрогенератори потужністю 1 МВт і більше з частковим відбором повітря для опалювання мають бути забезпеченими фільтрами для очищення повітря, що входить до них ззовні, а також пристроями для швидкого припинення його подавання в разі займання генератора або синхронного компенсатора.

5.2.14. Для генераторів і синхронних компенсаторів із замкненою системою повітряного охолодження мають бути виконаними такі заходи:

1. Камери холодного і гарячого повітря повинні мати щільно заклені оглядові лючки, що зачиняються.

2. Двері камер холодного і гарячого повітря мають бути сталевими, такими, що щільно зачиняються, відкриваються назовні, й мати самозамикальні замки, що відмикаються без ключа зсередини камер.

3. Усередині камер холодного і гарячого повітря має бути обладнаним освітлення з вимикачами, винесеними назовні.

4. Короби гарячого повітря, а також конденсатори і водопроводи парових турбін, якщо вони містяться в камерах охолодження, мають бути покритими тепловою ізоляцією, щоб уникнути підігрівання холодного повітря і конденсації вологи на поверхні труб.

5. У камерах холодного повітря мають бути влаштованими кювети для видалення води, що сконденсувалася на повітроохолоджувачах. Для турбогенераторів кінець труби, що виводить воду в дренажний канал, має забезпечуватися гідравлічним затвором, при цьому рекомендовано установлювати пристрій сигналізації, що реагує на появу води в зливній трубі.

6. Корпус, стики, повітровід та інші ділянки мають ретельно ущільнюватися для запобігання присисанню повітря в замкнену систему вентиляції. У дверях камер холодного повітря турбогенераторів і синхронних компенсаторів має бути виконаним організоване присисання повітря через фільтр, який установлюється в зоні розрідження (після повітроохолоджувача).

7. Стіни камер і повітряних коробів мають бути щільними, вони мають бути пофарбованими світлою, такою, що не підтримує горіння, фарбою або фанерованими глазурованими плитками чи пластиковим покриттям, що не підтримує горіння. Підлоги камер і фундаменти повинні мати покриття, що не допускає утворення пилу (наприклад, цементне з мармуровою крихтою, з керамічної плитки).

5.2.15. Турбогенератори і синхронні компенсатори з водневим охолодженням мають бути обладнані:

1. Установкою централізованого постачання воднем з механізацією навантаження і розвантаження газових балонів, газопроводами підживлення газом і приладами контролю за параметрами газу (тиск, чистота тощо) в генераторі та синхронному компенсаторі.

Для подавання водню від газових резервуарів до машинного залу передбачається одна магістраль (за необхідності може бути прокладено дві). Схема газопроводів виконується кільцевою секціоною. Для синхронних компенсаторів виконується одна магістраль.

Для попередження утворення вибухонебезпечної газової суміші на живильних водневих лініях і на лініях подавання повітря має бути забезпечено можливість створення видимих розривів перед турбогенератором і синхронним компенсатором.

2. Установкою централізованого постачання інертним газом (вуглекислим газом або азотом) з механізацією навантаження і розвантаження газових балонів для витіснення водню або повітря з генератора (синхронного компенсатора), для продування і гасіння пожежі в головному масляному баку турбіни, в опорних підшипниках генератора і в струмопроводах.

3. Основним, резервним, а турбогенератори, крім того, і аварійними джерелами маслопостачання водневих ущільнень, демпферним баком для живлення торцевих ущільнень маслом протягом часу, необхідного для аварійного зупину генератора зі зривом вакууму турбіни, для турбогенераторів потужністю 60 МВт і більше. Резервне і аварійне джерела маслопостачання мають автоматично вмикатися в роботу в разі вимкнення робочого джерела маслопостачання, а також у разі зниження тиску масла.

4. Автоматичними регуляторами тиску масла на водневих ущільненнях турбогенераторів. У схемі маслопостачання обхідні вентилі регуляторів мають бути регульованими, а не запірними для унеможливлення стрибків тиску масла під час переходів з ручного регулювання на автоматичне і назад.

5. Пристроями для осушування водню, увімкненими в контур циркуляції водню в генераторі або синхронному компенсаторі.

6. Попереджувальною сигналізацією, що діє в разі несправностей газомасляної системи водневого охолодження і відхилення її параметрів (тиск, чистота водню, перепад тиску масло - водень) від заданих значень.

7. Контрольно-вимірювальними приладами і реле автоматики для контролю та керування газомасляною системою водневого охолодження, при цьому не допускається розміщувати газові та електричні прилади на одній закритій панелі.

8. Вентиляційними установками в місцях скупчення газу головного масляного бака, масляних камер на зливі, основних підшипників турбогенератора тощо.

У фундаментах турбогенераторів і синхронних компенсаторів не має бути замкнутих просторів, в яких можливе скупчення водню. За наявності обсягів, обмежених будівельними конструкціями (балки, ригелі тощо), в яких можливе скупчення водню, з найбільш високих точок цих обсягів має забезпечуватися вільний вихід водню вгору (наприклад, шляхом закладення труб).

9. Дренажними пристроями для зливання води і масла з корпусу.

Система дренажу має унеможлилюватись перетікання гарячого газу у

відсіки
холодного газу.

10. Показчиком появи рідини в корпусі турбогенератора (синхронного компенсатора).

11. Джерелом стиснутого повітря з надмірним тиском, не меншим ніж 0,2 МПа, з фільтром і осушувачем повітря.

5.2.16. Генератори та синхронні компенсатори з водяним охолодженням обмоток мають бути обладнані:

1. Трубопроводами подачі і зливу дистилляту, виконаними з матеріалів, стійких до дії корозії.

2. Основним і резервним насосами дистилляту.

3. Механічними, магнітними та іонітними фільтрами дистилляту і пристроями для очищення дистилляту від газових домішок. Дистиллят не повинен мати домішок солей та газів.

4. Розширювальним баком із захистом дистилляту від зовнішнього середовища.

5. Основним і резервним теплообмінниками для охолодження дистилляту.

Як первинна охолоджувальна вода в теплообмінниках має застосовуватися: для

гідрогенераторів і синхронних компенсаторів - технічна вода, для турбогенераторів

- конденсат від конденсатних насосів турбіни і як резерв - технічна вода від циркуляційних насосів газоохолоджувачів генераторів.

6. Попереджувальною сигналізацією і захистом, що діє в разі відхилень від нормального режиму роботи системи водяного охолодження.

7. Контрольно-вимірювальними приладами і реле автоматики для контролю та керування системою водяного охолодження.

8. Пристроями виявлення витoku водню в тракт водяного охолодження обмоток статора.

9. Контрольними трубками з кранами, виведеними назовні з вищих точок зливного і напірного колекторів дистилляту, для видалення повітря з системи водяного охолодження обмотки статора під час заповнення її дистиллятом.

5.2.17. У кожній системі трубопроводів, що підводять воду до газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів, слід установлювати фільтри, при цьому має передбачатися можливість їх очищення і промивання без порушення нормальної роботи генератора та синхронного компенсатора.

5.2.18. Кожна секція газоохолоджувачів і теплообмінників повинна мати засувки для вимкнення її від напірного і зливного колекторів та для розподілу води по окремих секціях.

На загальному трубопроводі, що відводить воду зі всіх секцій охолоджувачів кожного генератора, треба встановлювати засувку для регулювання витрати води через усі секції охолоджувача. Для турбогенераторів штурвальний привід цієї засувки рекомендовано виводити на рівень підлоги машинного залу.

5.2.19. Кожна секція газоохолоджувачів і теплообмінників у найвищій точці повинна мати крани для випуску повітря.

5.2.20. У системі охолодження газу або повітря турбогенераторів і

синхронних компенсаторів має передбачатися регулювання температури охолоджувальної води за допомогою рециркуляційних пристроїв.

5.2.21. У схемі подання охолоджувальної води треба передбачати автоматичне увімкнення резервного насоса в разі вимкнення працюючого, а також під час зниження тиску охолоджувальної води. У синхронних компенсаторах має передбачатися резервне живлення від надійного постійно діючого джерела охолоджувальної води (система технічної води, баки тощо).

5.2.22. На живильних трубопроводах технічного водопостачання генераторів мають установлюватися витратоміри.

5.2.23. На площадці турбіни, з'єднувальної з турбогенератором, який має водяне або водневе охолодження, мають установлюватися: манометри, що показують тиск охолоджувальної води в напірному колекторі, тиск водню в корпусі турбогенератора, тиск вуглекислого газу (азоту) в газопроводі до генератора; пристрої сигналізації зниження тиску води в напірному колекторі; пост газового керування; щити керування газомасляним і водяним господарствами.

5.2.24. На місці встановлення насосів газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів треба установлювати манометри на напірному колекторі та на насосах.

5.2.25. На напірних і зливних трубопроводах газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів мають бути вбудованими гільзи для ртутних термометрів.

5.2.26. Для синхронних компенсаторів, що встановлюються на відкритому повітрі, треба передбачати можливість зливання води з охолоджувальної системи під час зупину агрегату.

5.2.27. Газова система має задовольняти вимогам нормальної експлуатації водневого охолодження і проведення операцій щодо заміни охолоджувального середовища в турбогенераторі та синхронному компенсаторі.

5.2.28. Газова мережа має виконуватися з суцільнотягнутих труб із застосуванням газощільної арматури. Газопроводи мають бути доступними для огляду і ремонту і мати захист від механічних пошкоджень.

5.2.29. Трубопроводи циркуляційних систем мастила і водневих ущільнень турбогенераторів і синхронних компенсаторів з водневим охолодженням треба виконувати із суцільнотягнутих труб.

5.2.30. У турбогенераторах потужністю 3 МВт і більше підшипники з боку, протилежного турбіні, підшипники збуджувача і водневі ущільнення мають бути електрично ізольованими від корпусу та маслопроводів.

Конструкція ізольованого підшипника і водневих ущільнень має забезпечувати проведення періодичного контролю їх ізоляції під час роботи агрегату. У синхронному компенсаторі підшипники мають бути електрично ізольованими від корпусу компенсатора і маслопроводів. У синхронному компенсаторі з безпосередньо приєднаним збуджувачем допускається ізолювати тільки один підшипник (з боку, протилежного збуджувачу).

У гідрогенераторах підп'ятники і підшипники, розташовані над ротором, мають бути електрично ізольованими від корпусу.

5.2.31. На кожному маслопроводі електрично ізольованих підшипників

турбогенераторів, синхронних компенсаторів і горизонтальних гідрогенераторів слід установлювати послідовно два електрично ізольованих фланцевих з'єднання.

5.2.32. Підшипники турбогенераторів, синхронні компенсатори та їх збуджувачі, а також водневі ущільнення, масляні ванни підшипників і підп'ятників гідрогенераторів треба виконувати так, щоб унеможлиблювалося розбризкування масла і потрапляння масла та його пари на обмотки, контактні кільця і колектори.

Зливні патрубки підшипників з циркуляційним маслом і водневих ущільнень повинні мати оглядові скельця для спостереження за струменем масла, що виходить. Для освітлення оглядових скельць треба застосовувати світильники, приєднані до мережі аварійного освітлення.

5 2.33. Для турбогенераторів з безпосереднім водневим охолодженням обмоток мають бути встановленими автоматичні газоаналізатори контролю наявності водню в картерах підшипників і закритих струмопроводах.

5.2.34. Змішані системи охолодження генераторів і синхронних компенсаторів мають відповідати вимогам 5.2.13-5.2.15.

СИСТЕМИ ЗБУДЖЕННЯ

5.2.35. Вимоги, наведені в 5.2.36-5.2.52, поширюються на стаціонарні установки систем збудження турбо- і гідрогенераторів та синхронних компенсаторів.

5.2.36. Системою збудження називається сукупність устаткування, апаратів і пристроїв, об'єднаних відповідними колами, яка забезпечує необхідне збудження генераторів і синхронних компенсаторів у нормальних і аварійних режимах, передбачених ГОСТ і технічними умовами.

До системи збудження генератора (синхронного компенсатора) входять: збуджувач (генератор постійного струму, генератор змінного струму або трансформатор з перетворювачем), автоматичний регулятор збудження, комутаційна апаратура, вимірювальні прилади, засоби захисту ротора від перенапружень і захисту устаткування системи збудження від пошкоджень.

5.2.37. Електроустаткування і апаратура систем збудження мають відповідати вимогам ГОСТ на синхронні генератори і компенсатори та технічним умовам на це устаткування та апаратуру.

5.2.38. Системи збудження, у яких значення експлуатаційної напруги або тривалої діючої перенапруги (наприклад, у разі форсування збудження) перевищує 1 кВ, слід виконувати відповідно до вимог цих Правил, що ставлять до електроустановок вище 1 кВ. У разі визначення перенапруг для вентильних систем збудження враховуються і комутаційні перенапруги.

5.2.39. Системи збудження треба обладнувати пристроями керування, захисту, сигналізації та контрольно-вимірювальними приладами в обсязі, що забезпечує автоматичний пуск, роботу в усіх передбачених режимах, а також зупинення генератора і синхронного компенсатора на електростанціях і підстанціях без постійного чергування персоналу.

5.2.40. Пульти і панелі керування, прилади контролю і апаратура сигналізації системи охолодження, а також силові перетворювачі тиристорних чи інших напівпровідникових збуджувачів треба розміщувати в безпосередній близькості один від одного. Допускається встановлювати теплообмінники в іншому приміщенні, при цьому панель керування теплообмінником має встановлюватися поряд з ним.

Пульт (панель), з якого може проводитися керування збудженням, має бути обладнаним приладами контролю збудження.

5.2.41. Випрямні установки систем збудження генераторів і синхронних компенсаторів треба обладнувати сигналізацією і захистом, що діють у разі підвищення температури охолоджувального середовища або вентилів понад допустиму, а також забезпеченими приладами для контролю температури охолоджувального середовища і сили струму установки. За наявності у випрямній установці декількох груп випрямлячів треба контролювати силу струму кожної групи.

5.2.42. Системи збудження мають бути обладнані пристроями контролю ізоляції, що дають змогу здійснювати вимірювання ізоляції в процесі роботи, а також сигналізувати про зниження опору ізоляції нижче від норми. Допускається не виконувати таку сигналізацію для безщіткових систем збудження.

5.2.43. Кола систем збудження, пов'язані з анодами і катодами випрямних установок, мають виконуватися з рівнем ізоляції, що відповідає випробувальній напрузі анодних і катодних кіл.

Зв'язки анодних кіл випрямлячів, катодних кіл окремих груп, а також інших кіл за наявності пульсуючих чи змінних струмів, що не компенсуються, мають виконуватися кабелем без металевих оболонки.

Кола напруги обмотки збудження генератора або синхронного компенсатора для вимірювання і підключення пристрою АРВ мають виконуватися окремим кабелем з підвищеним рівнем ізоляції без заходу через звичайні ряди затискачів. Приєднання до обмотки збудження має здійснюватися через рубильник.

5.2.44. У разі застосування пристроїв АГП з розривом кола ротора, а також у разі використання статичних збуджувачів з перетворювачами обмотка ротора має бути захищеною розрядником багатократною дії. Допускається застосовувати розрядник однократною дії. Розрядник має бути підключеним паралельно ротору через активний опір, розрахований на тривалу роботу в разі пробією розрядника в режимі з напругою збудження, що дорівнює 110% від номінальної.

5.2.45. Розрядники, зазначені в 5.2.44, повинні мати сигналізацію спрацьовування.

5.2.46. Система збудження генераторів і синхронних компенсаторів має виконуватися так, щоб:

- вимкнення будь-якого з комутаційних апаратів у колах АРЗ і керування збуджувачем не призводило до помилкових форсувань у процесі пуску, зупини і роботи генератора на неробочому ході;
- зникнення напруги оперативного струму в колах АРЗ і керування збуджувачем не призводило до порушення роботи генератора і синхронного компенсатора;
- була можливість проводити ремонтні та інші роботи на випрямлячах та їх допоміжних пристроях під час роботи турбогенератора на резервному збуджувачі. Ця вимога не стосується безщіткових систем збудження;
- унеможлилювалось пошкодження системи збудження в разі КЗ в колах ротора і на його контактних кільцях. У разі застосування статичних перетворювачів допускається захищати їх автоматичними вимикачами і плавкими запобіжниками.

5.2.47. Тиристорні системи збудження мають передбачати можливість гасіння поля генераторів і синхронних компенсаторів переведенням перетворювача в інверторний режим.

У системах збудження зі статичними перетворювачами, виконаними за схемою самозбудження, а також у системах збудження з електромашинними збуджувачами треба застосовувати пристрій АГП.

5.2.48. Усі системи збудження (основні й резервні) повинні мати пристрої,

що забезпечують під час подавання імпульсу на гасіння поля повне роззбудження (гасіння поля) синхронного генератора або компенсатора незалежно від спрацьовування АГП.

5.2.49. Система водяного охолодження збуджувача має забезпечувати можливість повного спуску води з системи, випуску повітря в разі заповнення системи водою, періодичного очищення теплообмінників.

Закривання і відкривання засувки системи охолодження на одному зі збуджувачів не мають призводити до зміни режиму охолодження на іншому збуджувачі.

5.2.50. Підлогу приміщень випрямних установок з водяною системою охолодження треба виконувати такою, щоб у разі витоків води унеможлиблювалося потрапляння її на струмопроводи, КРУ та інше електроустаткування, розташоване нижче за систему охолодження.

5.2.51. Електромашинні збуджувачі постійного струму (основні під час роботи без АРЗ і резервні) повинні мати релейне форсування збудження.

5.2.52. Турбогенератори повинні мати резервне збудження, схема якого має забезпечувати перемикання з робочого збудження на резервне і назад без вимкнення генераторів від мережі. Для турбогенераторів потужністю 12 МВт і менше необхідність резервного збудження встановлює головний інженер енергосистеми.

На гідроелектростанціях резервні збуджувачі не встановлюються.

5.2.53. На турбогенераторах з безпосереднім охолодженням обмотки ротора перемикання з робочого збудження на резервне і назад має проводитися дистанційно.

5.2.54. Система збудження гідрогенератора має забезпечувати можливість його початкового збудження за відсутності змінного струму в системі власних потреб гідроелектростанції.

5.2.55. На вимогу замовника система збудження має бути розрахованою на автоматичне керування в разі зупину в резерв синхронних генераторів і компенсаторів і пуску тих, що перебувають у резерві.

5.2.56. Усі системи збудження на час виходу з ладу АРВ повинні мати засоби, що забезпечують нормальне збудження, роззбудження і гасіння поля синхронної машини.

РОЗМІЩЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ГЕНЕРАТОРІВ І СИНХРОННИХ КОМПЕНСАТОРІВ

5.2.57. Відстані від генераторів і синхронних компенсаторів до стін будівель, а також відстані між ними мають визначатися за технологічними умовами, проте вони мають бути не меншими від наведених у 5.1.11-5.1.13.

Розміри машинного залу мають обиратися з урахуванням:

1) можливості монтажу і демонтажу агрегатів без зупину працюючих агрегатів;

2) застосування кранів зі спеціальними, переважно жорсткими захоплювальними пристроями, що дають змогу повністю використовувати хід крана;

3) відмови від підіймання і опускання краном окремих довгих, але відносно легких деталей агрегату (штанги, тяга) з їх монтажем спеціальними підйомними пристроями;

4) можливості розміщення вузлів і деталей під час монтажу і ремонту агрегату.

5.2.58. Фундамент і конструкція генераторів і синхронних компенсаторів мають бути виконаними так, щоб під час роботи устаткування вібрація устаткування, фундаменту і будівлі не перевищувала значень, установлених нормами.

5.2.59. Поблизу гідрогенераторів допускається встановлювати повітрязбірники стиснутого повітря.

5.2.60. Турбогенератори і синхронні компенсатори з повітряним охолодженням і гідрогенератори повинні мати пристрої для гасіння пожежі водою. Можна також застосовувати інші пристрої.

На гідрогенераторах автоматизованих гідроелектростанцій, а також на синхронних компенсаторах з повітряним охолодженням, установлених на підстанціях без постійного чергування персоналу, пожежегасіння має проводитися автоматично. Уведення в дію запірних пристроїв впускання води в машину здійснюється або безпосередньо від диференціального захисту, або в разі одночасного спрацьовування диференціального захисту і спеціальних датчиків пожежегасіння.

Підведення води має бути виконаним так, щоб повністю унеможливити просочування води до генератора і синхронного компенсатора в експлуатаційних умовах.

5.2.61. Система пожежегасіння гідрогенераторів має передбачати відведення використаної води в дренажну систему.

5.2.62. Для гасіння пожежі в турбогенераторах і синхронних компенсаторах з непрямим водневим охолодженням під час роботи машини на повітрі (період налагодження) треба передбачати можливість використання вуглекислотної (азотної) установки, що виконується відповідно до вимог 5.2.15, пункт 2.

5.2.63. Балони з вуглекислим газом (азотом), що встановлюються в центральній вуглекислотній (азотній) установці, мають зберігатися в умовах, що визначені правилами Держгіртехнагляду СРСР.

ГЛАВА 5.3 ЕЛЕКТРОДВИГУНИ ТА ЇХ КОМУТАЦІЙНІ АПАРАТИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

5.3.1. Ця глава Правил поширюється на електродвигуни та їх комутаційні апарати в стаціонарних установках виробничих та інших приміщень різного призначення. На ці установки поширюються також вимоги, наведені в 5.1.11,

5.1.13, 5.1.17, 5.1.19, і відповідні вимоги інших глав тією мірою, якою їх не змінено згідно з цією главою.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.3.2. Заходи щодо забезпечення надійності живлення треба вибирати відповідно до вимог гл. 1.2 залежно від категорії відповідальності електроприймачів. Ці заходи можна застосовувати не до окремих електродвигунів, а до трансформаторів, що їх живлять, і перетворювальних підстанцій, розподільчих установок та пунктів.

Резервувати лінію, що безпосередньо живить електродвигун, необхідно незалежно від категорії надійності електропостачання.

5.3.3. Якщо необхідно забезпечити безперервність технологічного процесу в разі виходу з ладу електродвигуна, його комутаційної апаратури або лінії, що безпосередньо живить електродвигун, то резервування слід здійснювати шляхом установлення резервного технологічного агрегату або іншими способами.

5.3.4. Електродвигуни та їх комутаційні апарати треба вибирати і встановлювати таким чином і в необхідних випадках забезпечувати такою системою охолодження, щоб температура їх під час роботи не перевищувала допустимої (див. також 5.3.20).

5.3.5. Електродвигуни та апарати треба встановлювати так, щоб вони були доступні для огляду і заміни, а також по можливості - для ремонту на місці встановлення. Якщо електроустановка містить електродвигуни або апарати масою 100 кг і більше, то треба передбачати пристрої для їх такелажу.

5.3.6. Частина електродвигунів і обертові частини, що з'єднують електродвигуни з механізмами (муфти, шків), повинні мати захисні засоби від випадкових дотиків.

5.3.7. Електродвигуни та їх комутаційні апарати треба заземлювати або занулювати відповідно до вимог гл. 1.7.

5.3.8. Виконання електродвигунів має відповідати умовам навколишнього середовища.

ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

5.3.9. Електричні та механічні параметри електродвигунів (номінальні потужність, напруга, частота обертання, відносна тривалість робочого періоду, пусковий, мінімальний, максимальний моменти, межі регулювання частоти обертання тощо) мають відповідати параметрам механізмів, що приводяться ними в дію, у всіх режимах їх роботи в цій установці.

5.3.10. Для механізмів, збереження яких у роботі після короткочасних перерв живлення або пониження напруги, зумовлених вимкненням КЗ, дією АПВ або АВЗ, необхідне за технологічними умовами і допустиме за умовами техніки безпеки, має бути забезпеченим самозапуск їх електродвигунів.

Застосовувати для механізмів із самозапуском електродвигуни і трансформатори більшої потужності, ніж це потрібно для їх нормальної тривалої роботи, як правило, не потрібно.

5.3.11. Для приводу механізмів, що не потребують регулювання частоти обертання, незалежно від їх потужності рекомендовано застосовувати, синхронні або асинхронні електродвигуни з короткозамкнутим ротором.

Для приводу механізмів, що мають важкі умови пуску або роботи чи які потребують зміни частоти обертання, слід застосовувати електродвигуни з найбільш простими і економічними методами пуску або регулювання частоти обертання, можливими в цій установці.

5.3.12. Синхронні електродвигуни, як правило, повинні мати пристрої форсування збудження або компаундування.

5.3.13. Синхронні електродвигуни у випадках, коли вони за своєю потужністю можуть забезпечити регулювання напруги або режиму реактивної потужності в даному вузлі навантаження, повинні мати АРЗ згідно з 3.3.39.

5.3.14. Електродвигуни постійного струму допускається застосовувати тільки в тих випадках, коли електродвигуни змінного струму не забезпечують необхідних характеристик механізму або неекономічні.

5.3.15. Електродвигуни, що встановлюються в приміщеннях з нормальним середовищем, як правило, повинні мати виконання ІРОО або ІР20.

5.3.16. Електродвигуни, що встановлюються на відкритому повітрі, повинні мати виконання не менше ніж ІР44, або спеціальне, відповідно до умов їх роботи (наприклад, для відкритих хімічних установок, для особливо низьких температур).

5.3.17. Електродвигуни, що встановлюються в приміщеннях, де можливе осідання на їх обмотках пилю та інших речовин, що порушують природне охолодження, повинні мати виконання, не менше ніж ІР44, або продувне з підведенням чистого повітря. Корпус продувного електродвигуна, повітроводи і всі з'єднання та стики мають бути ретельно ущільненими для запобігання присисанню повітря в систему вентиляції.

Під час виконання продувного електродвигуна рекомендовано передбачати засувки для запобігання всмоктуванню навколишнього повітря під час зупину електродвигуна. Підігрівати зовнішнє (холодне) повітря не потрібно.

5.3.18. Електродвигуни, що встановлюються в місцях сирих або особливо сирих, повинні мати виконання не менше ніж ІР43 та ізоляцію, розраховану на дію вологи і пилю (зі спеціальним обмазуванням, вологостійку тощо).

5.3.19. Електродвигуни, що встановлюються в місцях з хімічно активними парами або газами, повинні мати виконання не менше ніж ІР44, або продувні з підведенням чистого повітря за дотримання вимог, наведених у 5.3.17. Допускається також застосовувати електродвигуни виконання не менше ніж ІР33, але з хімічно стійкою ізоляцією та із закриванням відкритих неізовльованих струмоведучих частин ковпаками або іншим способом.

5.3.20. Для електродвигунів, що встановлюються в приміщеннях із температурою повітря понад +40 °С, мають виконуватися заходи, що унеможливають їх неприпустимий нагрів (наприклад, примусова вентиляція з підведенням охолоджувального повітря, зовнішнє обдування тощо).

5.3.21. За замкненої примусової системи вентиляції електродвигунів слід

ГЛАВА 5.3 Електродвигуни та їх комутаційні апарати 595
передбачати прилади контролю температури повітря й охолоджувальної води.

5.3.22. Електродвигуни, забезпечені закладеними в обмотки або магнітопроводи термоіндикаторами, повинні мати виводи від останніх на спеціальні щитки, що забезпечують зручність проведення періодичних вимірювань. Щитові вимірювальні прилади для цього, як правило, не передбачаються.

УСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

5.3.23. Електродвигуни мають бути вибраними і встановленими так, щоб було унеможливлене потрапляння на їх обмотки і струмознімні пристрої води, масла, емульсії тощо, а вібрація устаткування, фундаментів і частин будівлі не перевищувала допустимих значень.

5.3.24. Шум, створюваний електродвигуном спільно з механізмом, що приводиться ним, не має перевищувати рівня, допустимого санітарними нормами.

5.3.25. Проходи обслуговування між фундаментами або корпусами електродвигунів, між електродвигунами і частинами будівлі або устаткування мають бути не меншими від зазначених у гл. 5.1.

5.3.26. Електродвигуни і апарати, за винятком тих, що мають ступінь захисту, не меншу ніж IP44, а резистори і реостати - всіх виконань мають бути встановленими на відстані, не меншій ніж 1 м від конструкцій будівель, виконаних зі спалимих матеріалів.

5.3.27. Синхронні електричні машини потужністю 1 МВт і більше і машини постійного струму потужністю 1 МВт і більше повинні мати електричну ізоляцію одного з підшипників від фундаментної плити для запобігання утворенню замкненого кола струму через вал і підшипники машини. При цьому в синхронних машинах мають бути ізольованими підшипник з боку збуджувача і всі підшипники збуджувача. Маслопроводи цих електричних машин мають бути ізольованими від корпусів їх підшипників.

5.3.28. Електродвигуни вище 1 кВ дозволяється встановлювати безпосередньо у виробничих приміщеннях, дотримуючись таких умов:

1. Електродвигуни, що мають виводи під статором або потребують спеціальних пристроїв для охолодження, слід встановлювати на фундаменті з камерою (фундаментною ямою).

2. Фундаментна яма електродвигуна має задовольняти вимогам, що ставляться до камер ЗРУ вище 1 кВ (див. гл. 4.2).

3. Розміри фундаментної ями мають бути не меншими від допустимих для напівпрохідних кабельних тунелів (див. 2.3.125)¹.

5.3.29. Кабелі і проводи, що приєднуються до електродвигунів, установлених на віброізолювальних основах, на ділянці між рухомою і нерухомою частинами основи повинні мати гнучкі мідні жили.

КОМУТАЦІЙНІ АПАРАТИ

5.3.30. Для групи електродвигунів, що слугують для приводу однієї машини або ряду машин, які здійснюють єдиний технологічний процес, слід, як правило, застосовувати загальний апарат або комплект комутаційних апаратів, якщо це виправдовується вимогами зручності або безпеки

¹ Нумерацію пунктів глави 2.3 змінено.

експлуатації. У решті випадків кожен електродвигун повинен мати окремі комутаційні апарати.

Комутаційні апарати в колах електродвигунів мають вимикати від мережі одночасно всі провідники, що знаходяться під напругою. У колі окремих електродвигунів допускається мати апарат, що вимикає не всі провідники, якщо в загальному колі групи таких електродвигунів встановлено апарат, що вимикає всі провідники.

5.3.31. За наявності дистанційного або автоматичного керування електродвигуном якого-небудь механізму поблизу останнього має бути встановлений апарат аварійного вимикання, що унеможлиблює дистанційний або автоматичний пуск електродвигуна до примусового повернення цього апарата в початкове положення.

Не потрібно встановлювати апарати аварійного вимкнення біля механізмів:

- а) розташованих у межах видимості з місця керування;
- б) доступних тільки кваліфікованому обслуговуючому персоналу (наприклад, вентилятори, що встановлюються на дахах, вентилятори і насоси, що встановлюються в окремих приміщеннях);
- в) конструктивне виконання яких унеможлиблює випадковий дотик до рухомих обертових частин; біля цих механізмів має бути передбаченим вивішування плакатів, що застерігають про можливість дистанційного або автоматичного пуску;
- г) що мають апарат місцевого керування з фіксацією команди на вимкнення.

Доцільність встановлення апаратів місцевого керування (пуск, зупин) поблизу дистанційно або автоматично керованих механізмів має визначатися під час проектування залежно від вимог технології, техніки безпеки й організації керування цією установкою.

5.3.32. Кола керування електродвигунами допускається живити як від головних кіл, так і від інших джерел електроенергії, якщо це викликано технічною необхідністю.

Щоб уникнути раптових пусків електродвигуна в разі відновлення напруги в головних колах, має бути передбаченим блокувальний зв'язок, що забезпечує автоматичне вимкнення головного кола в усіх випадках зникнення напруги в ньому, якщо не передбачається самозапуск.

5.3.33. На корпусах апаратів керування і роз'єднувальних апаратах мають бути нанесені чіткі знаки, що дають змогу легко розпізнавати увімкнене і вимкнене положення рукоятки керування апаратом. У випадках, коли оператор не може визначити за станом апарата керування, увімкнено чи вимкнено головне коло електродвигуна, рекомендовано передбачати світлову сигналізацію.

5.3.34. Комутаційні апарати мають без пошкоджень і ненормального зносу комутувати найбільші струми нормальних режимів роботи керованого ними електродвигуна (пусковий, гальмівний, реверсу, робочий). Якщо реверси і гальмування не мають місця в нормальному режимі, але можливі за

ГЛАВА 5.3 Електродвигуни та їх комутаційні апарати **597**
неправильних операцій, то комутаційні апарати в головному колі мають
комутувати ці операції без руйнування.

¹ Нумерацію пунктів глави 2.3 змінено.

5.3.35. Комутаційні апарати мають бути стійкими до розрахункових струмів КЗ (див. гл. 1.4).

5.3.36. Комутаційні апарати за своїми електричними і механічними параметрами мають відповідати характеристикам привідного механізму в усіх режимах його роботи в цій установці.

5.3.37. Використовувати устромувальні контактні з'єднувачі для керування переносними електродвигунами допускається тільки за потужності електродвигуна, не більшої 1 кВт.

Устромувальні контактні з'єднувачі, що служать для приєднання пересувних електродвигунів потужністю понад 1 кВт, повинні мати блокування, за якого вимкнення й увімкнення з'єднання можливі тільки за вимкненого положення пускового апарата в головному (силовому) колі електродвигуна.

5.3.38. Увімкнення обмоток магнітних пускачів, контакторів і автоматичних вимикачів у мережі до 1 кВ із заземленою нейтраллю може проводитися на міжфазну або фазну напругу.

У разі увімкнення обмоток зазначених вище апаратів на фазну напругу треба передбачати одночасне вимкнення всіх трьох фаз відгалуження до електродвигуна автоматичним вимикачем, а в разі захисту запобіжниками - спеціальними пристроями, що діють на вимкнення пускача або контактора в разі згорання запобіжників у одній або будь-яких двох фазах.

Під час увімкнення обмотки на фазну напругу її нульовий вивід має бути надійно приєднаним до нульового робочого провідника живильної лінії або окремого ізолюваного провідника, приєданого до нульової точки мережі.

5.3.39. Комутаційні апарати електродвигунів, що живляться за схемою блока трансформатор-електродвигун, слід, як правило, встановлювати на ввіді від мережі, що живить блок, без установалення їх на ввіді до електродвигуна.

5.3.40. За наявності дистанційного або автоматичного керування механізмами має бути передбачати попередню (перед пуском) сигналізацію або звукове сповіщення про майбутній пуск. Таку сигналізацію і таке сповіщення не потрібно передбачати біля механізмів, поблизу яких установалення апарата аварійного вимкнення не потрібне (див. 5.3.31).

5.3.41. Проводи і кабелі, які з'єднують пускові реостати з фазними роторами асинхронних електродвигунів, мають вибиратися за тривало допустимим струмом для таких умов:

- робота із замиканням кілець електродвигуна накоротко: у разі пускового статичного моменту механізму, що не перевищує 50% від номінального моменту електродвигуна (легкий пуск), - 35% від номінального струму ротора, в решті випадків - 50% від номінального струму ротора;

- робота без замикання кілець електродвигуна накоротко -100% номінального струму ротора.

5.3.42. Пуск асинхронних електродвигунів із короткозамкненим ротором і синхронних електродвигунів має проводитися, як правило, безпосереднім увімкненням у мережу (прямий пуск). У разі неможливості прямого пуску слід застосовувати пуск через реактор, трансформатор або автотрансформатор. В

особливих випадках допускається застосовувати пуск з підйомом частоти мережі з нуля.

ЗАХИСТ АСИНХРОННИХ І СИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ

5.3.43. На електродвигунах треба передбачати захист від багатофазних замикань (див. 5.3.46) і у випадках, зазначених нижче, захист від однофазних замикань на землю (див. 5.3.48), захист від струмів перевантаження (див. 5.3.49) та захист мінімальної напруги (див. 5.3.52 і 5.3.53). На синхронних електродвигунах треба, крім того, передбачати захист від асинхронного режиму (див. 5.3.50 і 5.3.51), який може бути поєднаним із захистом від струмів перевантаження.

Захист електродвигунів зі змінною частотою обертання має виконуватися для кожної частоти обертання у вигляді окремого комплекту, що діє на свій вимикач.

5.3.44. На електродвигунах, що мають примусове змащування підшипників, слід установлювати захист, що діє на сигнал і вимкнення електродвигуна за підвищення температури або припинення дії змащування.

На електродвигунах, що мають примусову вентиляцію, слід установлювати захист, що діє на сигнал і вимкнення електродвигуна за підвищення температури або припинення дії вентиляції.

5.3.45. Електродвигуни з водяним охолодженням обмоток і активної сталі статора, а також із вбудованими повітроохолоджувачами, що охолоджуються водою, повинні мати захист, що діє на сигнал у разі зменшення потоку води, нижчого від заданого значення, і на вимкнення електродвигуна в разі його припинення. Крім того, треба передбачати сигналізацію, що діє за появи води в корпусі електродвигуна.

5.3.46. Для захисту електродвигунів від багатофазних замикань у випадках, коли не застосовуються запобіжники, слід передбачати:

1. Струміву однорелейну відсічку без витримки часу, відрегульовану від пускових струмів за виведених пускових пристроїв, з реле прямої або непрямої дії, увімкненим на різницю струмів двох фаз, - для електродвигунів потужністю, меншою ніж 2 МВт.

2. Струміву дворелейну відсічку без витримки часу, відрегульовану від пускових струмів за виведених пускових пристроїв, з реле прямої або непрямої дії - для електродвигунів потужністю 2 МВт і більше, що мають захист, який діє на вимкнення, від однофазних замикань на землю (див. 5.3.48), а також для електродвигунів потужністю, меншою ніж 2 МВт, коли захист за п. 1 не задовольняє вимогам чутливості або коли дворелейна відсічка виявляється доцільною за виконанням комплектного захисту або застосовуваного приводу з реле прямої дії.

За відсутності захисту від однофазних замикань на землю струмова відсічка електродвигунів потужністю 2 МВт і більше має виконуватися трирелейною з трьома трансформаторами струму. Допускається захист у двофазному виконанні з доповненням захисту від подвійних замикань на землю, виконаний за допомогою трансформатора струму нульової

послідовності та струмового реле.

3. Подовжній диференціальний струмовий захист - для електродвигунів потужністю 5 МВт і більше, а також менше 5 МВт, якщо установлення струмових відсічок за пунктами 1 і 2 не забезпечує виконання вимог чутливості; подовжній диференціальний захист електродвигунів за наявності на них захисту від замикань на землю повинен мати двофазне виконання, а за відсутності цього захисту - трифазне, з трьома трансформаторами струму. Допускається захист у двофазному виконанні з доповненням захисту від подвійних замикань на землю, виконаний за допомогою трансформатора струму нульової послідовності і струмового реле.

Для електродвигунів потужністю 5 МВт і більше, виконаних без шести виводів обмотки статора, має передбачатися струмова відсічка.

5.3.47. Для блоків трансформатор (автотрансформатор) - електродвигун має передбачатися загальний захист від багатофазних замикань:

1. Струмова відсічка без витримки часу, відрегульована від пускових струмів за виведених пускових пристроїв (див. також 5.3.46), - для електродвигунів потужністю до 2 МВт. За схеми з'єднання обмоток трансформатора зірка - трикутник відсічка виконується з трьох струмових реле: двох реле, увімкнених на фазні струми, і одного реле, увімкненого на суму цих струмів.

За неможливості встановлення трьох реле (наприклад, за обмеженої кількості реле прямої дії) допускається схема з двома реле, увімкненими на з'єднанні трикутником вторинні обмотки трьох трансформаторів струму.

2. Диференціальна відсічка в дворелейному виконанні, відрегульована від стрибків струму намагнічення трансформатора, - для електродвигунів потужністю понад 2 МВт, а також 2 МВт і менше, якщо захист за п. 1 не задовольняє вимогам чутливості в разі міжфазного КЗ на виводах електродвигуна.

3. Подовжній диференціальний струмовий захист у дворелейному виконанні з проміжними насичуваними трансформаторами струму - для електродвигунів потужністю понад 5 МВт, а також 5 МВт і менше, якщо встановлення відсічок за пп. 1 і 2 не задовольняє вимогам чутливості.

Оцінка чутливості має проводитися відповідно до 3.2.19 і 3.2.20 в разі КЗ на виводах електродвигуна.

Захист має діяти на вимкнення вимикача блока, а в синхронних електродвигунах - також на пристрій АГП, якщо він передбачений.

Для блоків з електродвигунами потужністю понад 20 МВт, як правило, має передбачатися захист від замикання на землю, що охоплює не менше ніж 85% витків обмотки статора електродвигуна і діє на сигнал з витримкою часу.

Вказівки щодо виконання решти видів захисту трансформаторів (автотрансформаторів) (див. 3.2.51 і 3.2.53) і електродвигунів у разі роботи їх роздільно дійсні і в тому разі, коли вони об'єднані в блок трансформатор (автотрансформатор) - електродвигун.

5.3.48. Захист електродвигунів потужністю до 2 МВт від однофазних замикань на землю за відсутності компенсації має передбачатися за струмів замикання на землю 10 А і більше, а за наявності компенсації - якщо

залишковий струм у нормальних умовах перевищує це значення. Такий захист для електродвигунів потужністю понад 2 МВт треба передбачати за струмів 5 А і більше.

Струм спрацьовування захистів електродвигунів від замикань на землю має бути не більшим ніж: для електродвигунів потужністю до 2МВт - 10 А і для електродвигунів потужністю понад 2 МВт - 5 А. Рекомендовано менші струми спрацьовування, якщо це не ускладнює виконання захисту.

Захист слід виконувати без витримки часу (за винятком електродвигунів, для яких потрібне уповільнення захисту за умовою відрегулювання від перехідних процесів) з використанням трансформаторів струму нульової послідовності, установлених, як правило, у РУ. У тих випадках, коли встановлення трансформаторів струму нульової послідовності в РУ неможливе або може викликати збільшення витримки часу захисту, допускається встановлювати їх біля виводів електродвигуна у фундаментній ямі.

Якщо захист за умовою відрегулювання від перехідних процесів повинен мати витримку часу, то для забезпечення швидкодійного вимкнення подвійних замикань на землю в різних точках слід установлювати додаткове струмове реле з первинним струмом спрацьовування близько 50-100 А.

Захист має діяти на вимкнення електродвигуна, а в синхронних електродвигунах - також на пристрій АГП, якщо він передбачений.

5.3.49. Захист від перевантаження треба передбачати на електродвигунах, схильних до перевантаження з технологічних причин, і на електродвигунах з особливо важкими умовами пуску і самозапуску (тривалість прямого пуску безпосередньо від мережі 20 с і більше), перевантаження яких можливе за надмірного збільшення тривалості пускового періоду внаслідок зниження напруги в мережі.

Захист від перевантаження слід передбачати в одній фазі із залежною або незалежною від струму витримкою часу, відрегульованою від тривалості пуску електродвигуна в нормальних умовах і самозапуску після дії АВР і АПВ. Витримка часу захисту від перевантаження синхронних електродвигунів, щоб уникнути зайвих спрацьовувань за тривалого форсування збудження, має бути по можливості близькою до найбільшої допустимої за тепловою характеристикою електродвигуна.

На електродвигунах, схильних до перевантаження з технологічних причин, захист, як правило, треба виконувати з дією на сигнал і автоматичне розвантаження механізму.

Дія захисту на вимкнення електродвигуна допускається:

- на електродвигунах механізмів, для яких відсутня можливість своєчасного розвантаження без зупину, або на електродвигунах, що працюють без постійного чергування персоналу;
- на електродвигунах механізмів з важкими умовами запуску або самозапуску.

Для електродвигунів, які захищаються від струмів КЗ запобіжниками, що не мають допоміжних контактів для сигналізації про їх перегорання, треба передбачати захист від перевантаження у двох фазах.

5.3.50. Захист синхронних електродвигунів від асинхронного режиму

можна здійснювати за допомогою реле, що реагує на збільшення струму в обмотках статора; він має бути відрегульованим за часом від пускового режиму і струму за дії форсування збудження.

Захист, як правило, має виконуватися з незалежною від струму характеристикою витримки часу. Допускається застосовувати захист із залежною від струму характеристикою на електродвигунах з відношенням КЗ, більшим ніж 1.

Під час виконання схеми захисту треба уживати заходів щодо запобігання відмовам захисту в разі биття струму асинхронного режиму. Допускається застосовувати інші способи захисту, що забезпечують надійну дію захисту в разі виникнення асинхронного режиму.

5.3.51. Захист синхронних електродвигунів від асинхронного режиму має діяти з витримкою часу на одну зі схем, що передбачають:

- 1) ресинхронізацію;
- 2) ресинхронізацію з автоматичним короткочасним розвантаженням механізму до такого навантаження, за якого забезпечується втягування електродвигуна в синхронізм (у разі допустимості короткочасного розвантаження за умовами технологічного процесу);
- 3) вимкнення електродвигуна і повторний автоматичний пуск;
- 4) вимкнення електродвигуна (за неможливості його розвантаження або ресинхронізації, за відсутності необхідності автоматичного повторного пуску і ресинхронізації за умовами технологічного процесу).

5.3.52. Для полегшення умов відновлення напруги після вимкнення КЗ та забезпечення самозапуску електродвигунів відповідальних механізмів слід передбачати вимкнення захистом мінімальної напруги електродвигунів невідповідальних механізмів сумарною потужністю, що визначається можливостями джерела живлення і мережі щодо забезпечення самозапуску.

Витримки часу захисту мінімальної напруги треба обирати в межах від 0, 5 до 1,5 с - на ступінь, більший за час дії швидкодійних захистів від багатофазних КЗ, а уставки за напругою мають бути, як правило, не вищими 70% номінальної напруги.

За наявності синхронних електродвигунів, якщо напруга на вимкненій секції затухає поволі, з метою прискорення дії АВР і АПВ можна застосовувати гасіння поля синхронних електродвигунів відповідальних механізмів за допомогою захисту мінімальної частоти або інших способів, що забезпечують якнайшвидшу фіксацію втрати живлення.

Ці самі засоби можна використовувати для вимкнення невідповідальних синхронних електродвигунів, а також для попередження несинхронного увімкнення вимкнених двигунів, якщо струми вимкнення перевищують допустимі значення.

В електроустановках промислових підприємств у випадках, коли не може бути здійсненим одночасний самозапуск усіх електродвигунів відповідальних механізмів (див. 5.3.10), слід застосовувати вимкнення частини таких відповідальних механізмів та їх автоматичний повторний пуск після закінчення самозапуску першої групи електродвигунів. Змикати наступні групи можна за струмом, напругою або часом.

5.3.53. Захист мінімальної напруги з витримкою часу не більше 10 с і вставкою за напругою, як правило, не вище ніж 50% від номінальної напруги (крім випадків, наведених у 5.3.52), має встановлюватися на електродвигунах відповідальних механізмів також у випадках, коли самозапуск механізмів після зупину недопустимий за умовами технологічного процесу або за умовами безпеки і, крім того, коли не можна забезпечити самозапуск усіх електродвигунів відповідальних механізмів (див. 5.3.52).

Крім зазначених випадків, цей захист слід використовувати також для забезпечення надійності пуску АВР електродвигунів взаєморезервованих механізмів.

На електродвигунах зі змінною частотою обертання відповідальних механізмів, самозапуск яких допустимий і доцільний, захисти мінімальної напруги мають проводити автоматичне перемикання на нижчу частоту обертання.

5.3.54. На синхронних електродвигунах треба передбачати автоматичне гасіння поля. Для електродвигунів потужністю 2 МВт і більше АГП здійснюється шляхом уведення опору в коло обмотки збудження. Для електродвигунів потужністю, меншою 2 МВт, АГП допускається здійснювати шляхом введення опору в коло обмотки збудження збуджувача. Для синхронних електродвигунів менше ніж 0,5 МВт АГП, як правило, не потрібний. На синхронних електродвигунах, які забезпечено системою збудження, виконаною на керованих напівпровідникових елементах, АГП незалежно від потужності двигуна можна здійснювати інвертуванням, якщо воно забезпечується схемою живлення. В іншому випадку АГП треба здійснювати введенням опору в коло обмотки збудження.

ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАПРУГОЮ ДО 1кВ (АСИНХРОННИХ, СИНХРОННИХ І ПОСТІЙНОГО СТРУМУ)

5.3.55. Для електродвигунів змінного струму треба передбачати захист від багатofазних замикань (див. 5.3.56), у мережах із глухозаземленою нейтраллю - також від однофазних замикань, а у випадках, передбачених у 5.3.57 і 5.3.58, - крім того, захист від струмів перевантаження і захист мінімальної напруги. На синхронних електродвигунах (за неможливості втягування в синхронізм із повним навантаженням) додатково треба передбачати захист від асинхронного режиму згідно з 5.3.59.

Для електродвигунів постійного струму треба передбачати захисти від КЗ. У разі необхідності додатково можна установлювати захисти від перевантаження і від надмірного підвищення частоти обертання.

5.3.56. Для захисту електродвигунів від КЗ слід застосовувати запобіжники або автоматичні вимикачі.

Номінальні струми плавких вставок запобіжників і розчіплювачів автоматичних вимикачів треба вибирати так, щоб забезпечувалося надійне вимкнення КЗ на затискачах електродвигуна (див. 1.7.79 і 3.1.8) і разом з тим щоб електродвигуни за нормальних для даної електроустановки поштовхів струму (піків технологічних навантажень, пускових струмів, струмів самозапуску тощо) не вимикалися цим захистом. Із цією метою для електродвигунів механізмів з легкими умовами пуску відношення пускового

струму електродвигуна до номінального струму плавкої вставки має бути не більшим ніж 2,5, а для електродвигунів механізмів з важкими умовами пуску (велика тривалість розгону, часті пуски тощо) це відношення має дорівнювати 2,0-1,6.

Для електродвигунів відповідальних механізмів з метою особливого надійного відрегулювання запобіжників від поштовхів струму допускається приймати це відношення таким, що дорівнює 1,6 незалежно від умов пуску електродвигуна, якщо кратність струму КЗ на затискачах електродвигуна не менша за зазначену в 3.1.8.

Допускається здійснювати захист від КЗ одним загальним апаратом для групи електродвигунів за умови, що цей захист забезпечує термічну стійкість пускових апаратів і апаратів захисту від перевантажень, застосованих у колі кожного електродвигуна цієї групи.

На електростанціях для захисту від КЗ електродвигунів власних потреб, пов'язаних з основним технологічним процесом, мають застосовуватися автоматичні вимикачі. За недостатньої чутливості електромагнітних розчіплювачів автоматичних вимикачів у системі власних потреб електростанцій можуть застосовуватися виносні струмові реле з дією на незалежний розчіплювач вимикача.

Для надійного забезпечення селективності захистів у живильній мережі власних потреб електростанцій як захист електродвигунів від КЗ рекомендовано застосовувати електромагнітні розчішповачі-відсічки.

5.3.57. Захист електродвигунів від перевантаження слід встановлювати у випадках, коли з технологічних причин можливе перевантаження механізму, а також коли за особливо важких умов пуску чи самозапуску необхідно обмежувати тривалість пуску за зниженої напруги. Захист слід виконувати з витримкою часу його можна здійснювати також реле або іншими пристроями.

Захист від перевантаження має діяти на вимкнення, на сигнал або на розвантаження механізму, якщо розвантаження можливе.

Застосовувати захист від перевантаження не обов'язково для електродвигунів з повторно-короткочасним режимом роботи.

5.3.58. Захист мінімальної напруги слід встановлювати:

- для електродвигунів постійного струму, які не допускають безпосереднього ввімкнення в мережу;
- для електродвигунів механізмів, самозапуск яких після зупину недопустимий за умовами технологічного процесу або за умовами безпеки;
- для частини інших електродвигунів відповідно до умов, наведених у 5.3.52.

Для відповідальних електродвигунів, для яких необхідний самозапуск, якщо їх увімкнення проводиться за допомогою контакторів і пускачів з утримувальною обмоткою, слід застосовувати в колі керування механічні або електричні пристрої витримки часу, що забезпечують увімкнення електродвигуна за відновлення напруги протягом заданого часу. Для таких електродвигунів, якщо це допустимо за умовами технологічного процесу та умовами безпеки, можна також замість кнопок керування застосовувати вимикачі, з тим щоб колоутримувальної обмотки залишалося замкнутим, крім допоміжних контактів пускача, і цим забезпечувалося автоматичне зворотнє увімкнення за відновлення напруги незалежно від часу перерви живлення.

5.3.59. Для синхронних електродвигунів захист від асинхронного режиму треба, як правило, здійснювати за допомогою захисту від перевантаження за струмом статора.

5.3.60. Захист від КЗ в електродвигунах змінного і постійного струму має передбачатися:

1) в електроустановках із заземленою нейтраллю - у всіх фазах або полюсах;

2) в електроустановках з ізольованою нейтраллю:

- у разі захисту запобіжниками - у всіх фазах або полюсах;

- у разі захисту автоматичними вимикачами - не менше ніж у двох фазах або одному полюсі, при цьому в межах однієї й тієї самої електроустановки захист слід здійснювати в одних і тих самих фазах або полюсах.

Захист електродвигунів змінного струму від перевантажень слід виконувати:

- у двох фазах у разі захисту електродвигунів від КЗ запобіжниками;

- в одній фазі у разі захисту електродвигунів від КЗ автоматичними вимикачами.

Захист електродвигунів постійного струму від перевантажень слід виконувати в одному полюсі.

5.3.61. Апарати захисту електродвигунів мають задовольняти вимогам гл. 3.1. Усі види захисту електродвигунів від КЗ, перевантаження, мінімальної напруги слід здійснювати приладами, дія яких застосована на різних принципах.

5.3.62. Спеціальні види захисту від роботи на двох фазах допускається застосовувати як виняток на електродвигунах, що не мають захисту від перевантаження, для яких існує підвищена ймовірність втрати однієї фази, що призводить до виходу електродвигуна з ладу з важкими наслідками.

ГЛАВА 5.6 КОНДЕНСАТОРНІ УСТАНОВКИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ

5.6.1. Ця глава Правил поширюється на конденсаторні установки до 500 кВ (незалежно від їх виконання), що приєднуються паралельно індуктивним елементам електричних систем змінного струму частотою 50 Гц і призначені для компенсації реактивної потужності електроустановок і регулювання напруги. Розділ не поширюється на конденсаторні установки для подовжньої компенсації, фільтрові та спеціальні.

Конденсаторні установки напругою до 1 кВ і вище мають також відповідати вимогам гл. 4.1 і 4.2.

5.6.2. Конденсаторною установкою називається електроустановка, що складається з конденсаторів, допоміжного електроустаткування (вимикачів, роз'єднувачів, розрядних резисторів, пристроїв регулювання, захисту тощо), що належать до них, та ошиновки.

Конденсаторна установка може складатися з однієї чи декількох конденсаторних батарей або з одного або декількох окремо встановлених одиничних конденсаторів, приєднаних до мережі через комутаційні апарати.

5.6.3. Конденсаторною батареєю називається група одиничних конденсаторів, електрично з'єднаних між собою.

5.6.4. Одиничним конденсатором називається конструктивне з'єднання одного або декількох конденсаторних елементів у загальному корпусі із зовнішніми виводами.

Термін «конденсатор» використовується тоді, коли немає необхідності підкреслювати різні значення термінів «одиничний конденсатор» і «конденсаторна батарея».

5.6.5. Конденсаторним елементом (секцією) називається неподільна частина конденсатора, що складається зі струмопровідних обкладок (електродів), розділених діелектриком.

5.6.6. Послідовним рядом у разі паралельно-послідовного з'єднання конденсаторів у фазі батареї називається частина батареї, що складається з паралельно увімкнених конденсаторів.

СХЕМА ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ, ВИБІР УСТАТКУВАННЯ

5.6.7. Конденсаторні установки можна приєднувати до мережі через окремий апарат, призначений для увімкнення і вимкнення тільки конденсаторів, або через загальний апарат із силовим трансформатором, асинхронним електродвигуном чи іншим електроприймачем. Ці схеми можна застосовувати за будь-якої напруги конденсаторної установки.

5.6.8. Конденсаторні батареї на напругу, вищу ніж 10 кВ, складаються з однофазних конденсаторів шляхом їх паралельно-послідовного з'єднання. Число послідовних рядів конденсаторів вибирається так, щоб у нормальних режимах роботи струмове навантаження на конденсатори не перевищувало номінального значення. Число конденсаторів у ряді має бути таким, щоб у разі вимкнення одного з них через перегорання запобіжника напруга на решті конденсаторів ряду не перевищувала 110% номінальної.

5.6.9. Конденсаторні батареї на напругу 10 кВ і нижчу треба складати, як правило, з конденсаторів із номінальною напругою, яка дорівнює номінальній напрузі мережі. При цьому допускається тривала робота одиничних конденсаторів з напругою, не більшою ніж 110% від номінальної.

5.6.10. У трифазних батареях однофазні конденсатори з'єднуються в трикутник або зірку. Може застосовуватися також послідовне або паралельно-послідовне з'єднання однофазних конденсаторів у кожній фазі трифазної батареї.

5.6.11. Під час вибору вимикача конденсаторної батареї слід враховувати наявність паралельно увімкнених (наприклад, на загальні шини) конденсаторних батарей. За необхідності треба виконувати пристрої, що забезпечують зниження поштовхів струму в момент вмикання батареї.

5.6.12. Роз'єднувач конденсаторної батареї повинен мати заземлювальні ножі з боку батареї, що блокуються зі своїм роз'єднувачем. Роз'єднувачі конденсаторної батареї мають блокуватися з вимикачем батареї.

5.6.13. Конденсатори повинні мати розрядні пристрої.

Одиничні конденсатори для конденсаторних батарей рекомендовано застосовувати із вбудованими розрядними резисторами. Допускається

встановлювати конденсатори без вбудованих розрядних резисторів, якщо на виводи одиничного конденсатора або послідовного ряду конденсаторів постійно підключено розрядний пристрій. Розрядні пристрої можуть не встановлюватися на батареях до 1 кВ, якщо вони присьднані до мережі через трансформатор і між батареєю та трансформатором відсутні комутаційні апарати.

Як розрядні пристрої можуть застосовуватися:

- трансформатори напруги або пристрої з активно-індуктивним опором - для конденсаторних установок понад 1 кВ;
- пристрої з активним або активно-індуктивним опором - для конденсаторних установок до 1 кВ.

5.6.14. Для досягнення найбільш економічного режиму роботи електричних мереж зі змінним графіком реактивного навантаження слід застосовувати автоматичне регулювання потужності конденсаторної установки шляхом увімкнення і вимкнення П в цілому або окремих П частин.

5.6.15. Апарати і струмовідні частини в колі конденсаторної батареї мають допускати тривале проходження струму, що становить 130% від номінального струму батареї.

ЗАХИСТ

5.6.16. Конденсаторні установки в цілому повинні мати захист від струмів КЗ, що діє на вимкнення без витримки часу. Захист має бути відрегульованим від струмів увімкнення установки і поштовхів струму за перенапруг.

5.6.17. Конденсаторна установка в цілому повинна мати захист від підвищення напруги, що вимикає батарею в разі підвищення значення діючої напруги понад допустиме. Вимкнення установки слід проводити з витримкою часу 3-5 хв. Повторне увімкнення конденсаторної установки допускається після зниження напруги в мережі до номінального значення, але не раніше ніж через 5 хв після її вимкнення. Захист не потрібний, якщо батарею вибрано з урахуванням максимального можливого значення напруги кола, тобто так, що за підвищення напруги до одиничного конденсатора не може бути тривало прикладено напругу понад 110% номінальної.

5.6.18. У випадках, коли можливе перевантаження конденсаторів струмами вищих гармонік, має бути передбачено релейний захист, що вимикає конденсаторну установку з витримкою часу за діючого значення струму для одиничних конденсаторів, що перевищує 130% номінального.

5.6.19. Для конденсаторної батареї, що має дві або більше паралельні гілки, рекомендовано застосовувати захист, який спрацьовує в разі порушення рівності струмів гілок.

5.6.20. На батареях із паралельно-послідовним увімкненням конденсаторів кожен конденсатор вище 1,05 кВ має бути захищений зовнішнім запобіжником, що спрацьовує в разі пробою конденсатора. Конденсатори 1,05 кВ і нижче повинні

ГЛАВА 5.6 Конденсаторні установки

мати вбудовані всередину корпусу плавкі запобіжники по одному на кожну секцію, що спрацьовують у разі пробією секції.⁶⁰⁹

5.6.21. На батареях, зібраних за схемою електричних з'єднань з декількома секціями, слід застосовувати захист кожної секції від струмів КЗ незалежно від захисту конденсаторної установки в цілому. Такий захист секції не обов'язковий, якщо кожен одиничний конденсатор захищено окремим зовнішнім або вбудованим запобіжником. Захист секції має забезпечувати її надійне вимкнення за найменших і найбільших значень струму КЗ в даній точці мережі.

5.6.22. Схему електричних з'єднань конденсаторних батарей і запобіжники треба вибирати такими, щоб пошкодження ізоляції окремих конденсаторів не призводило до руйнування їх корпусів, підвищення напруги вище тривало допустиму на конденсаторах, що залишилися в роботі, та вимкнення батареї в цілому.

Для захисту конденсаторів понад 1 кВ слід застосовувати запобіжники, що обмежують значення струму КЗ. Зовнішні запобіжники конденсаторів повинні мати покажчики їх перегорання.

5.6.23. Захист конденсаторних установок від грозових перенапруг має передбачати в тих випадках і за допомогою тих самих засобів, які передбачено в гл. 4.2.

ЕЛЕКТРИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

5.6.24. Ємності фаз конденсаторної установки мають контролюватися стаціонарними пристроями вимірювання струму в кожній фазі.

Для конденсаторних установок потужністю до 400 квар допускається вимірювати струм тільки в одній фазі.

5.6.25. Реактивну енергію, видану в мережу конденсаторами, треба обліковувати згідно з вимогами гл. 1.5.

УСТАНОВКИ КОНДЕНСАТОРІВ

5.6.26. Конструкція конденсаторної установки має відповідати умовам навколишнього середовища.

5.6.27. Конденсаторні установки із загальною масою масла понад 600 кг у кожній треба розташовувати в окремому приміщенні, що відповідає вимогам вогнестійкості, наведеним у 4.2.76¹, з виходом назовні або до загального приміщення.

Конденсаторні установки із загальною масою масла до 600 кг в кожній, а також конденсаторні установки, що складаються з конденсаторів з негорючою рідиною, можна розміщувати в приміщеннях РУ до 1 кВ і вище або в основних і допоміжних приміщеннях виробництв, віднесених до категорій Г і Д за протипожежними вимогами СНиП Держбуду СРСР.

5.6.28. У разі розташування всередині приміщення конденсаторної установки вище 1 кВ із загальною масою масла понад 600 кг під установкою має бути влаштовувати маслоприймач, розрахований на 20% загальної маси масла в усіх конденсаторах і виконаний відповідно до вимог, наведених у 4.2.101¹. У разі зовнішнього розташування влаштовувати маслоприймачі під конденсаторами не потрібно.

¹ Нумерацію пунктів глави 4.2 змінено.

5.6.29. Конденсаторні установки, розміщені в загальному приміщенні, повинні мати сітчасті огорожі або захисні кожухи. Мають бути також виконаними пристрої, що запобігають розтіканню синтетичної рідини по кабельних каналах і підлозі приміщення в разі порушення герметичності корпусів конденсаторів і забезпечують видалення пари рідини з приміщення.

5.6.30. Відстань між одиничними конденсаторами має бути не меншою ніж 50 мм і вибиратися за умови охолодження конденсаторів і забезпечення ізоляційних відстаней.

5.6.31. Показники перегорання зовнішніх запобіжників конденсатора мають бути доступними для огляду під час роботи батареї.

5.6.32. Температура повітря, що оточує конденсатори, не має виходити за верхню і нижню межі, установлені ГОСТ або технічними умовами на конденсатори відповідного типу.

Приміщення або шафи конденсаторної установки повинні мати окрему систему природної вентиляції; якщо вона не забезпечує зниження температури повітря в приміщенні до найбільшої допустимої, необхідно застосовувати штучну вентиляцію.

5.6.33. Для конденсаторів, що встановлюються на відкритому повітрі, має враховуватися наявність сонячного випромінювання. Конденсатори на відкритому повітрі рекомендовано встановлювати так, щоб негативна дія на них сонячної радіації була найменшою.

5.6.34. З'єднання виводів конденсаторів між собою і приєднання їх до шин мають виконуватися гнучкими перемичками.

5.6.35. Конструкції, на яких встановлюються конденсатори, мають виконуватися з вогнетривких матеріалів. Під час вибору способу кріплення конденсаторів необхідно враховувати теплове розширення корпусу конденсатора.

5.6.36. У разі зовнішнього встановлення відстані від конденсаторів, заповнених маслом, до іншого устаткування, а також протипожежні відстані від них до будівель і споруд треба приймати за 4.2.67 і 4.2.68ⁱ.

5.6.37. У разі зовнішнього встановлення маслонаповнені конденсатори треба встановлювати згідно з протипожежними вимогами групами потужністю, не більшою

30 Мвар кожна. Відстань у проясненні між групами однієї конденсаторної установки має бути не меншою ніж 4 м, а між групами різних конденсаторних установок - не меншою ніж 6 м.

5.6.38. У одному приміщенні з конденсаторами допускається встановлювати розрядні резистори, що належать до них, роз'єднувачі, вимикачі навантаження, малооб'ємні вимикачі і вимірювальні трансформатори.

5.6.39. У разі поділу конденсаторної батареї на частини рекомендовано розташовувати їх так, щоб було забезпечено безпеку робіт на кожній із частин за вимкнених решти.

5.6.40. На конденсаторній установці треба передбачати пристосування для заземлення несучих металевих конструкцій, які можуть перебувати під напругою під час роботи установки.

ⁱ Нумерацію пунктів глави 4.2 змінено.



РОЗДІЛ 6

МІНІСТЕРСТВО ПАЛИВА ТА ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ НАКАЗ

9

березня 2006 р.
м. Київ

№ 70

**Про затвердження та введення в дію нової редакції розділу 6 Правил
улаштування електроустановок**

Державним підприємством «Український науково-дослідний, проектно-вишукувальний та конструкторсько-технологічний інститут «Укрсілэнергопроект» спільно з Відкритим акціонерним товариством * Київпромелектропроект » на замовлення Об'єднання енергетичних підприємств «Галузевий резервноінвестиційний фонд розвитку енергетики» переглянуто і підготовлено нову редакцію розділу 6 «Електричне освітлення» Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), який погоджено Держбудом України, Державним департаментом пожежної безпеки МНС України, Державним комітетом України з нагляду за охороною праці, Міністерством охорони навколишнього природного середовища України.

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити розділ 6 «Електричне освітлення» Правил улаштування електроустановок (далі - ПУЕ) у новій редакції, який набирає чинності через шість місяців з дати підписання цього наказу (додається).
2. Госпрозрахунковому підрозділу «Науково-інженерний енергосервісний центр» інституту «Укрсілэнергопроект» (Білоусов В.І.) внести розділ 6 ПУЕ

до реєстру та комп'ютерного банку даних чинних нормативних документів Мінпаливенерго України.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Коданьова В.Т.) забезпечити видання та розповсюдження розділу 6 ПУЕ на підставі замовлень зацікавлених організацій та фактичної оплати.

4. Департаменту з питань електроенергетики Мінпаливенерго (Меженний С.Я.), Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Коданьова В.Т.) та інституту «Укрсільенергопроект» (Лях В.В.) до 01.04.06 р. розробити програму заходів щодо впровадження розділу 6 ПУЕ.

5. Інституту «Укрсільенергопроект» (Лях В.В.) забезпечити науково-технічний супровід процесу впровадження розділу 6 ПУЕ.

6.3 моменту введення в дію цього розділу визнати таким, що втратив чинність, розділ 6 «Правил устроювання електроустановок» (6-е издание, Москва, Энерго- атомиздат, 1986), затверджений Головтехуправлінням та Держенергонаглядом Міненерго СРСР.

7. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра палива та енергетики Тітенка С.М.

Міністр

І. Плачков

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Наказ Міністерства
палива та енергетики
України від 09 березня
2006 р. № 70

ГЛАВА 6.1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ

6.1.1. Цей розділ Правил улаштування електроустановок поширюється на установки електричного освітлення будинків, приміщень і споруд, зовнішнього освітлення міст, селищ і сільських населених пунктів, територій підприємств і закладів, установки оздоровчого ультрафіолетового випромінювання тривалої дії, установки світлової реклами, світлові знаки та ілюмінаційні установки.

6.1.2. Електричне освітлення повинно відповідати вимогам цього розділу, відповідних будівельних норм і правил.

Електричне освітлення спеціальних установок повинно відповідати також вимогам ДНАОП 0.001.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок». Складники електричного освітлення повинні відповідати вимогам стандартів, чинних в Україні.

6.1.3. Живильна освітлювальна мережа - мережа від розподільного пристрою підстанції або відгалуження від повітряних ліній електропередачі до ввідного пункту (ВП), ввіднорозподільних пунктів (ВРП), головного розподільного щита (ГРЩ).

6.1.4. Розподільна мережа - мережа від ВП, ВРП, ГРЩ до розподільних пунктів, щитків і пунктів живлення зовнішнього освітлення.

6.1.5. Групова мережа - мережа від щитків до світильників, штепсельних розеток та інших електроприймачів.

6.1.6. Пункт живлення зовнішнього освітлення - електричний розподільний пристрій для приєднання групової мережі зовнішнього освітлення до джерела живлення.

6.1.7. Фаза нічного режиму - фаза живильної або розподільної мережі зовнішнього освітлення, яка не вимикається в нічні години.

6.1.8. Каскадна система керування зовнішнім освітленням - система, яка здійснює послідовне ввімкнення (вимкнення) ділянок групової мережі зовнішнього освітлення.

6.1.9. Проводи зарядки світильника - проводи, які прокладаються всередині світильника від установлених у ньому контактних затискачів або штепсельних роз'язків для приєднання до мережі (для світильника, який не має

всередині контактних затискачів або штепсельного роз'язття, - проводи або кабелі від місця приєднання світильника до мережі до апаратів та лампових патронів, встановлених у світильнику).

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.1.10. Норми освітленості, обмеження засліплювальної дії світильників, пульсацій освітленості та інші якісні показники освітлювальних установок, види та системи освітлення повинні прийматися відповідно до вимог чинних в Україні нормативних документів, затверджених або погоджених з Мінбудом України та іншими відомствами України у встановленому порядку.

Світильники повинні відповідати чинним нормам пожежної безпеки та вимогам цих Правил.

6.1.11. Для електричного освітлення слід, як правило, застосовувати розрядні лампи низького тиску (наприклад люмінесцентні), лампи високого тиску (наприклад, металогалогенні типу ДРІ, ДРІЗ, натрієві типу Днат, ксенонові типів ДКсТ, ДКсТЛ, ртутновольфрамові, ртутні типу ДРЛ). Допускається використовувати також лампи розжарювання.

Застосування для внутрішнього освітлення ксенонових ламп типу ДКсТ (крім ДКсТЛ) допускається з дозволу Держнаглядохоронпраці України за умови, що горизонтальна освітленість на рівнях, де можливе тривале перебування людей, не перевищує 150 лк, а місця перебування кранівника екрановані від прямого світла ламп.

У разі застосування люмінесцентних ламп в освітлювальних установках повинні витримуватися наступні умови за звичайного виконання світильників:

- температура навколишнього повітря не повинна бути нижче ніж 5 °С;
- напруга на освітлювальних приладах повинна бути не менше ніж 90% номінальної.

Допускається застосування люмінесцентних світильників зі спеціальними лампами та схемами їх вмикання, які забезпечують їх нормальну роботу за температури повітря мінус 15 °С.

6.1.12. Для аварійного освітлення рекомендується застосовувати світильники з лампами розжарювання або люмінесцентними лампами.

Розрядні лампи високого тиску допускається використовувати в разі забезпечення їх миттєвого засвічування або перезасвічування.

6.1.13. Для живлення освітлювальних приладів загального внутрішнього та зовнішнього освітлення, як правило, повинна застосовуватися напруга не вище ніж 220 В змінного або постійного струму. У приміщеннях без підвищеної небезпеки для всіх стаціонарно встановлених освітлювальних приладів незалежно від висоти їх встановлення можна застосовувати напругу 220 В.

Напругу 380В для живлення освітлювальних приладів загального внутрішнього та зовнішнього освітлення можна використовувати за таких умов:

- увід в освітлювальний прилад і незалежний, не вмонтований у прилад, пускорегулювальний апарат обладнується проводами або кабелем з ізоляцією на напругу не менше ніж 660 В;

- увід в освітлювальний прилад двох або трьох проводів різних фаз системи 660/380 В не допускається.

6.1.14. У приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних при висоті встановлення світильників загального освітлення над підлогою або площадкою обслуговування менше ніж 2,5 м застосування світильників класу захисту 0 забороняється, необхідно застосовувати світильники класу захисту 2 або 3. Допускається використовувати світильники класу захисту 1, у цьому разі коло обладнують пристроєм захисного вимикання (ПЗВ) зі струмом спрацьовування до 30 мА.

Вищезазначені вимоги не поширюються на світильники, які обслуговують

з кранів. У цьому разі відстань від світильника до настилу моста крану повинна бути не менше ніж 1,8 м або світильники потрібно підвішувати не нижче нижнього пояса ферм перекриття, а обслуговувати їх з кранів належить з дотриманням вимог техніки безпеки.

6.1.15. В установках освітлення для фасадів будинків, скульптур, монументів, для підсвічування зелені з використанням освітлювальних приладів, установлених від поверхні землі або площадки обслуговування нижче ніж 2,5 м, можна застосовувати напругу до 380 В, якщо ступінь захисту освітлювальних приладів не нижчий за ІР 54.

В установках для освітлення фонтанів і басейнів номінальна напруга живлення освітлювальних приладів, занурюваних у воду, повинна бути не більше ніж 12 В.

6.1.16. Для живлення світильників місцевого стаціонарного освітлення з лампами розжарювання слід застосовувати напругу: у приміщеннях без підвищеної небезпеки - 220 В, у приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних - не вище 42 В. У приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних допускається напруга до 220 В, у цьому разі необхідно передбачати захисне вимкнення лінії при струмі витoku до 30 мА або живлення кожного світильника за допомогою розділового трансформатора (розділовий трансформатор може мати кілька електрично не пов'язаних вторинних обмоток).

Для живлення світильників місцевого освітлення з люмінесцентними лампами можна застосовувати напругу не більше ніж 220 В. У цьому разі у приміщеннях вогких, особливо вогких, жарких і з хімічно активним середовищем допускається застосовувати люмінесцентні лампи для місцевого освітлення тільки в арматурі спеціальної конструкції.

Лампи ДРЛ, ДР1, ДРІЗ і ДнаТ можна застосовувати для місцевого освітлення за напруги не більше ніж 220 В в арматурі, спеціально передбаченій для місцевого освітлення.

6.1.17. Для живлення переносних світильників у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних слід застосовувати напругу не більше ніж 24 В.

За наявності особливо несприятливих умов, особливо коли небезпека ураження електричним струмом збільшується через тісноту, незручне положення працівника, дотикання до великих металевих, добре заземлених поверхонь (наприклад, робота в котлах), у зовнішніх установках для живлення ручних світильників слід застосовувати напругу не більше ніж 12 В.

Переносні світильники, передбачені для підвішування, настільні, встановлювані на підлозі тощо, під час вибору напруги прирівнюються до стаціонарних світильників місцевого стаціонарного освітлення (6.1.16).

Для переносних світильників, установлених на пересувних стійках на висоті

2,5 м і більше, допускається застосовувати напругу до 380 В.

6.1.18. Живлення світильників напругою до 42 В слід виконувати від розділових трансформаторів або автономних джерел живлення.

6.1.19. Допустимі відхилення та коливання напруги на освітлювальних приладах не повинні перевищувати норми, зазначені у ГОСТ 13109 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

6.1.20. Живлення силових і освітлювальних електроприймачів за напруги 380/220 В рекомендується виконувати від загальних трансформаторів за умови дотримання вимог 6.1.19.

АВАРІЙНЕ ОСВІТЛЕННЯ

6.1.21. Аварійне освітлення розділяють на освітлення безпеки та евакуаційне.

Освітлення безпеки застосовують для продовження роботи під час аварійного вимкнення робочого освітлення.

Освітлення безпеки повинно створювати мінімальну освітленість, що становить 5% від освітленості, яка нормується для робочого освітлення, але не меншу за 2 лк усередині споруд і не меншу за 1 лк - для території.

Евакуаційне освітлення - освітлення, призначене для евакуації людей з приміщень при аварійному вимкненні робочого освітлення.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечувати освітленість на підлозі головних проходів і на сходах 0,5 лк.

Живлення світильників аварійного освітлення у виробничих і громадських будівлях і на відкритих площах має бути незалежним від живлення світильників робочого освітлення і виконуватися при двох вводах у будинок або споруду від різних вводів, а при одному вводі - самостійними лініями, починаючи від увідного розподільного пристрою.

6.1.22. Світильники і світлові покажчики евакуаційного освітлення у виробничих будівлях з природним освітленням і в громадських та житлових будівлях слід приєднувати до мережі, яку не пов'язано з мережею робочого освітлення (6.1.21).

6.1.23. Живлення світильників і світлових покажчиків евакуаційного освітлення у виробничих будівлях без природного освітлення треба виконувати так само, як і живлення світильників освітлення безпеки (6.1.21).

У виробничих будівлях без природного освітлення в приміщеннях, де одночасно можуть перебувати 20 осіб і більше, незалежно від наявності освітлення безпеки слід передбачати евакуаційне освітлення основних проходів і світлові покажчики «Вихід», які автоматично перемикаються в разі припинення їх живлення на третє незалежне зовнішнє або місцеве джерело (акумуляторна батарея, дизельгенераторна установка тощо), яке не використовують у нормальному режимі для живлення робочого освітлення, освітлення безпеки та евакуаційного освітлення, або світильники евакуаційного освітлення та покажчики «Вихід» повинні мати автономне джерело живлення.

У разі використання акумуляторної батареї як джерела стаціонарного резервного живлення її ємкість повинна забезпечувати роботу систем сигналізації протягом доби в режимі «чергування» і не менше трьох годин - у режимі «тривога».

6.1.24. У разі віднесення всіх або частини світильників освітлення безпеки та евакуаційного освітлення до особливої групи першої категорії з надійності електропостачання необхідне додаткове живлення цих світильників від третього незалежного джерела.

6.1.25. Світильники евакуаційного освітлення, світлові покажчики евакуаційних і (або) запасних виходів у будинках будь-якого призначення, що живляться від автономних джерел, у нормальному режимі можуть живитися від мереж будь-якого виду освітлення, що не вимикаються під час функціонування будинку.

6.1.26. Для приміщень, в яких постійно перебувають люди або які призначені для постійного переміщення персоналу чи сторонніх осіб і в яких необхідне освітлення безпеки або евакуаційне освітлення, слід забезпечувати можливість увімкнення зазначених видів освітлення протягом усього часу, коли ввімкнено робоче освітлення, або освітлення безпеки і евакуаційне освітлення повинно вмикатися автоматично в разі аварійного погасання робочого освітлення.

6.1.27. Застосовувати для робочого освітлення, освітлення безпеки і (або) евакуаційного освітлення спільні групові щитки, а також установлювати апарати керування робочим освітленням, освітленням безпеки та (або) евакуаційним освітленням, за винятком апаратів допоміжних кіл (наприклад, сигнальних ламп, ключів керування), у загальних шафах не допускається.

Дозволяється виконувати живлення освітлення безпеки та евакуаційного освітлення від спільних щитів.

6.1.28. Використовувати мережі, які живлять силові електроприймачі, для живлення освітлення безпеки та евакуаційного освітлення у виробничих будівлях без природного освітлення не допускається.

6.1.29. Допускається застосовувати ручні освітлювальні прилади з акумуляторами або сухими елементами для освітлення безпеки та евакуаційного освітлення замість стаціонарних світильників (будинки та приміщення без постійного перебування людей, будинки площею забудови не більше ніж 250 м²).

ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

6.1.30. Освітлювальні мережі слід виконувати відповідно до вимог гл. 2.12.4,

6.26.4. ДНАОП 0.001.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» та відповідних будівельних норм і правил.

Освітлювальні мережі допускається виконувати з такими системами заземлення: TNCS, TNS, TT та IT.

6.1.31. Переріз нейтральних провідників трифазних живильних і групових ліній з лампами люмінесцентними, лампами типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДнаТ у разі одночасного відключення всіх фазних проводів лінії слід вибирати таким:

- для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп з компенсованими пускорегулювальними апаратами, який дорівнює фазному;

- для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп з некомпенсованими пускорегулювальними апаратами, який дорівнює фазному, у разі перерізів фазних провідників, які менші або дорівнюють 16 мм^2 - для мідних і 25 мм^2 - для алюмінієвих проводів і не менші ніж 50% перерізу фазних провідників за більших перерізів, але не менші ніж 16 мм^2 - для мідних і 25 мм^2 - для алюмінієвих проводів.

6.1.32. Якщо трифазні освітлювальні живильні і групові лінії захищені запобіжниками або однополюсними автоматичними вимикачами за будь-яких джерел світла, переріз N-провідників слід брати таким, який дорівнює перерізу фазних провідників.

6.1.33. Захист освітлювальних мереж слід виконувати відповідно до вимог гл. 3.1 з доповненнями, наданими в 6.1.34, 6.1.35, 6.2.9, 6.2.11, 6.3.40, 6.4.10.

Під час вибору струмів апаратів захисту слід враховувати пускові струми в разі ввімкнення потужних ламп розжарювання та ламп типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДнаТ.

Апарати захисту по можливості слід розміщувати групами в доступних для обслуговування місцях. Розосереджене встановлення апаратів захисту допускається в разі живлення освітлення від шинопроводів (6.2.7).

6.1.34. Апарати захисту незалежно від вимог 6.2.7 і 6.2.8 у живильній освітлювальній мережі слід встановлювати на вводах у будинки.

6.1.35. Трансформатори, які використовуються для живлення світильників напругою до 50 В, повинні бути захищені з боку високої напруги. Захист слід передбачати також на відхідних лініях низької напруги.

Якщо трансформатори живляться окремими групами від щитків і апарат захисту на щитку обслуговує не більше ніж три трансформатори, то встановлювати додаткові апарати захисту з боку високої напруги кожного трансформатора необов'язково.

6.1.36. Встановлювати запобіжники, автоматичні та неавтоматичні однополюсні вимикачі в PEN-, PE-провідниках у мережах із заземленою нейтраллю забороняється.

ЗАХИСНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

6.1.37. Захисне заземлення установок електричного освітлення слід виконувати відповідно до вимог гл. 1.7, а також до додаткових вимог, наведених у 6.1.386.1.47, 6.4.9 і ДНАОП 0.001.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

6.1.38. Захисне заземлення металевих корпусів світильників загального освітлення з лампами розжарювання, люмінесцентними лампами, лампами типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, натрієвими з вмонтованими всередину світильника пускорегулювальними апаратами треба здійснювати:

- у мережах із заземленою нейтраллю - шляхом приєднання до заземлювального гвинта корпусу світильника РЕ-провідника. Заземлення корпусу світильника шляхом відгалуження від N-провідника всередині світильника забороняється;

- у мережах з ізольованою нейтраллю, а також у мережах, які перемикаються на живлення від акумуляторної батареї, - шляхом приєднання захисного

провідника до заземлювального гвинта корпусу світильника. У разі введення в світильник проводів, які не мають механічного захисту, захисний провідник повинен бути гнучким.

6.1.39. Захисне заземлення корпусів світильників загального освітлення з лампами типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДнаТ і люмінесцентними лампами з винесеними пускорегулювальними апаратами слід здійснювати за допомогою перемички між заземлювальним гвинтом заземленого пускорегулювального апарата та заземлювального гвинтом світильника.

6.1.40. Металеві відбивачі світильників з корпусами із ізолювальних матеріалів заземлювати немає потреби.

6.1.41. Захисне заземлення металевих корпусів світильників місцевого освітлення на напругу вище ніж 50 В повинне задовольняти таким вимогам:

- якщо захисні провідники приєднуються не до корпусу світильника, а до металевій конструкції, на якій світильник встановлено, то між цією конструкцією, кронштейном і корпусом світильника повинно бути надійне електричне з'єднання;

- якщо між кронштейном і корпусом світильника немає надійного електричного з'єднання, то його слід здійснювати за допомогою спеціально призначеного для цієї мети захисного провідника.

6.1.42. Захисне заземлення металевих корпусів світильників загального освітлення з будь-якими джерелами світла в приміщеннях як без підвищеної небезпеки, так і з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних, у будівлях, а також адміністративно-канторських, лабораторних і інших приміщеннях виробничих підприємств (подібних за своїм характером до приміщень громадських будівель) слід здійснювати відповідно до вимог ДНАОП 0.001.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

6.1.43. У приміщеннях без підвищеної небезпеки виробничих, житлових і громадських будівель за напруги вище ніж 50 В слід застосовувати переносні світильники класу 1 за ГОСТ 12.2.007.0 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Групові лінії, які живлять штепсельні розетки, слід виконувати відповідно до вимог ДНАОП 0.001.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», у цьому разі в мережах з ізолюваною нейтраллю захисний провідник слід підключати до заземлювача.

6.1.44. Захисні провідники в мережах із заземленою нейтраллю в групових лініях, які живлять світильники загального освітлення та штепсельні розетки (6.1.42, 6.1.43), ІМ- і РЕ-провідники не допускається підключати під загальний контактний затискач.

6.1.45. Під час виконання захисного заземлення освітлювальних приладів зовнішнього освітлення слід виконувати також приєднання залізобетонних і металевих опор, а також тросів до РЕ-провідника в мережах із ізолюваною нейтраллю і до РЕБі-провідника - у мережах із заземленою нейтраллю.

6.1.46. Під час установлення освітлювальних приладів зовнішнього освітлення на залізобетонних і металевих опорах електрифікованого міського транспорту в мережах із заземленою нейтраллю освітлювальні прилади та опори слід приєднувати до РЕ[^]провідника лінії.

6.1.47. У разі живлення зовнішнього освітлення повітряними лініями слід виконувати захист від атмосферних перенапруг згідно з гл. 2.4.

6.1.48. Під час виконання схем живлення світильників і штепсельних розеток слід керуватися вимогами з установлення ПЗВ, викладеними в ДНАОП 0.001.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

6.1.49. Для установок зовнішнього освітлення (фасадів будинків, монументів тощо), зовнішньої світлової реклами та покажчиків у системах заземлення Т№ рекомендується встановлювати ПЗВ зі струмом спрацьовування до 30 мА, у цьому разі фонове значення струмів витoku повинно бути, принаймні, в 3 рази меншим від уставки спрацьовування ПЗВ за диференційним струмом.

ГЛАВА 6.2 ВНУТРІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.2.1. Світильники з люмінесцентними лампами слід застосовувати з пускорегулювальними апаратами, які забезпечують коефіцієнт потужності не нижче ніж 0,9 при світильниках на дві лампи і більше, і 0,85 - якщо світильники однолампові.

Для ламп типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДНаТ можна застосовувати як групову, так і індивідуальну компенсацію реактивної потужності. За наявності техніко-економічних обґрунтувань допускається застосовувати вищезазначені лампи без пристрою компенсації реактивної потужності. За групової компенсації компенсувальні пристрої слід вимикати одночасно з вимиканням ламп.

6.2.2. Живлення світильника місцевого освітлення (за допомогою понижувального трансформатора або без нього) можна здійснювати шляхом відгалуження від силового кола механізму або верстата, для якого передбачено світильник.

У цьому разі окремий захисний апарат у освітлювальному колі можна не встановлювати, якщо захисний апарат силового кола має струм уставки не більше ніж 25 А.

Відгалуження до світильників місцевого освітлення за напруги більше ніж 50 В у межах робочого місця слід виконувати в жорстких кабельних трубопроводах і коробах, стійких до поширення полум'я.

6.2.3. Живлення установок оздоровчого ультрафіолетового

опромінювання слід здійснювати: установок тривалої дії - по окремих групових лініях від щитків робочого освітлення або самостійних групових щитків; установок короткочасної дії (фотаріїв) - по окремих лініях від електросилової мережі або мережі живлення робочого освітлення.

ЖИВИЛЬНА ОСВІТЛЮВАЛЬНА МЕРЕЖА

6.2.4. Живлення робочого освітлення рекомендується виконувати по самостійних лініях від розподільних пристроїв підстанцій, щитів, шаф, розподільних пунктів, магістральних та розподільних шинопроводів.

6.2.5. Живлення робочого освітлення, освітлення безпеки та евакуаційного освітлення допускається виконувати від загальних ліній з електросиловими установками або від силових розподільних пунктів (виняток 6.1-28). У цьому разі вимоги до допустимих відхилень і коливань напруги в освітлювальній мережі слід виконувати відповідно до ГОСТ 13 109 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

6.2.6. Лінії мережі живлення робочого освітлення, освітлення безпеки та евакуаційного освітлення, а також лінії, які живлять ілюмінаційні установки та світлову рекламу, повинні мати в розподільних пристроях, від яких ці лінії відходять, самостійні апарати захисту та керування для кожної лінії.

Допускається встановлювати загальний апарат керування для кількох ліній одного виду освітлення або установок, які відходять від розподільного пристрою.

6.2.7. У разі застосування шинопроводів як ліній живлення освітлювальної мережі замість групових щитків можна використовувати окремі апарати захисту і керування для живлення груп світильників, приєднаних до шинопроводу. У цьому разі повинен бути забезпечений зручний і безпечний доступ до зазначених апаратів.

6.2.8. У місцях приєднання ліній живлення освітлювальної мережі до ліній живлення електросилових установок або до силових розподільних пунктів (6.2.5) необхідно встановлювати апарати захисту і керування.

У разі живлення освітлювальної мережі від силових розподільних пунктів, до яких безпосередньо приєднано силові електроприймачі, освітлювальну мережу слід підключати до ввідних затискачів цих пунктів.

ГРУПОВА МЕРЕЖА

6.2.9. Групові мережі освітлення можуть бути одно-, дво- та трифазні, залежно від їх довжини та кількості світильників, які приєднуються до них.

Лінії групової мережі внутрішнього освітлення повинні бути захищені запобіжниками або автоматичними вимикачами.

6.2.10. Кожна групова лінія, як правило, повинна мати на фазу не більше ніж 20 ламп розжарювання, а також ламп типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДнаТ. До цієї кількості також входять штепсельні розетки.

У виробничих, громадських будівлях і житлових будинках на однофазні групи освітлення сходових кліток, поверхових коридорів, холів, технічних

підвалів і горищ допускається приєднувати до 60 ламп розжарювання потужністю до 60 Вт кожна.

Для групових ліній, які живлять світлові карнизи, світлові стелі тощо з лампами розжарювання, а також світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 80 Вт, рекомендується приєднувати до 60 ламп на фазу; для ліній, які живлять світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 40 Вт включно, - до 75 ламп на фазу, потужністю до 20 Вт включно - до 100 ламп на фазу.

Для групових ліній, які живлять багатолампові люстри, кількість ламп будь-якого типу на фазу не обмежується.

У групових лініях, які живлять лампи потужністю 10 кВт і більше, кожна лампа повинна мати самостійний апарат захисту.

6.2.11. На початку кожної групової лінії, у тому числі ліній, які живляться від шинопроводів, слід установлювати апарати захисту у всіх фазних провідниках. Установлювати апарати захисту в PEN- і PE-провідниках забороняється.

6.2.12. N-провідники групових ліній, у разі застосування металевих труб, необхідно прокладати разом з фазними провідниками в одній трубі, а в разі прокладання кабелями або багатожильними проводами, їх слід поміщати в спільну оболонку з фазними провідниками.

6.2.13. Прокладати проводи та кабелі групових ліній робочого освітлення разом з груповими лініями освітлення безпеки та евакуаційного освітлення не рекомендується.

Допускається їх сумісне прокладання на одному монтажному профілі, в одному коробі, лотку, а також у корпусах і штангах світильників за умови, що вжито спеціальних заходів, які виключають можливість пошкодження проводів освітлення безпеки та евакуаційного освітлення в разі несправності проводів робочого освітлення.

6.2.14. Живлення світильників робочого освітлення, освітлення безпеки або евакуаційного освітлення допускається виконувати від різних фаз одного трифазного шинопроводу за умови, що до нього буде прокладено самостійні лінії для робочого освітлення, освітлення безпеки або евакуаційного освітлення.

6.2.15. На опорну поверхню з горючих матеріалів допускається встановлювати світильники, які промарковані символом/£/за ГОСТ 17 677 «Светильники. Общие технические условия». У разі відсутності такого символу місця прилягання світильника до опорної поверхні повинні мати прокладку з негорючих матеріалів.

ГЛАВА 6.3 ЗОВНІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ

ДЖЕРЕЛА СВІТЛА, УСТАНОВЛЕННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИБАДІВ І ОПОР

6.3.1. Для зовнішнього освітлення можна використовувати будь-які джерела світла (6.1.11).

Для охоронного освітлення територій підприємств, якщо охоронне освітлення нормально не вмикається, а вмикається автоматично від дії охоронної сигналізації, розрядні лампи застосовувати не допускається.

6.3.2. Освітлювальні прилади зовнішнього освітлення (світильники, прожектори) можна встановлювати на спеціально призначених для такого освітлення опорах, а також на опорах повітряних ліній до 1 кВ, опорах контактної мережі електрифікованого міського транспорту всіх видів струмів напругою до 600 В, стінах і перекриттях будівель і споруд, щоглах (у тому числі щоглах блискавковідводів, які стоять окремо), технологічних естакадах, площадках технологічних установок і димових труб, парапетах та огороженнях мостів і транспортних естакад, на металевих, залізобетонних та інших конструкціях будівель і споруд незалежно від відмітки їх розташування, можна підвішувати їх на тросах, укріплених на стінах будівель та опорах, а також встановлювати на рівні землі та нижче.

6.3.3. Установлювати світильники зовнішнього освітлення на опорах ПЛ до 1 кВ слід:

- під час обслуговування світильників з телескопічних вишок з ізолювальною ланкою - як правило, вище проводів ПЛ або на рівні нижчих проводів ПЛ у разі розміщення світильників і проводів ПЛ з різних сторін опори. Відстань по горизонталі від світильника до найближчого проводу ПЛ повинна бути не менше ніж 0,6 м;

- під час обслуговування світильників з використанням інших засобів - нижче проводів ПЛ. Відстань по вертикалі від світильника до проводу ПЛ (у просвіті) повинна бути не менше ніж 0,2 м, відстань по горизонталі від світильника до опори (у просвіті) повинна бути не більше ніж 0,4 м.

6.3.4 Під час підвішування світильників на тросах потрібно вживати заходів для запобігання розгойдуванню світильників під дією вітру.

6.3.5. Над проїзною частиною вулиць, доріг і площ світильники слід встановлювати на висоті не менше ніж 6,5 м.

Над контактною мережею трамвая світильники треба встановлювати на висоті не менше ніж 8 м до головки рейки, над контактною мережею тролейбуса - на висоті не менше ніж 9 м від рівня проїзної частини. Відстань по вертикалі від проводів ліній вуличного освітлення до поперечок контактної мережі або підвішених до поперечок ілюмінаційних гірлянд повинна бути не менше ніж 0,5 м.

6.3.6. Над бульварами та пішохідними доріжками світильники слід встановлювати на висоті не менше ніж 3 м.

Найменша висота встановлення освітлювальних приладів для освітлення газонів і фасадів будинків і споруд та для декоративного освітлення не обмежується за умови, що буде дотримано вимоги 6.1.15.

Установлювати освітлювальні прилади в приямокках нижче рівня землі дозволяється за наявності дренажних або інших аналогічних пристроїв для видалення води з приямокків.

6.3.7. Для освітлення транспортних розв'язок, міських та інших площ світильники можна встановлювати на опорах висотою 20 м і більше за умови забезпечення гарантії вжиття заходів для безпеки їх обслуговування (наприклад, опускання світильників, улаштування площадок, використання вишок тощо).

Допускається розміщувати світильники в парапетах і огороженнях мостів і естакад з негорючих матеріалів на висоті 0,9- 1,3 м над проїзною

частиною за умови захисту їх від дотику до струмопровідних частин світильників.

6.3.8. Опори установок освітлення площ, вулиць, доріг слід розташовувати на відстані не менше ніж 1 м від лицьової грані бортового каменю до зовнішньої поверхні цоколю опори на магістральних вулицях і дорогах з інтенсивним транспортним рухом і на відстані не менше ніж 0,6 м - на інших вулицях, дорогах і площах. Цю відстань дозволяється зменшувати до 0,3 м за умови відсутності маршрутів міського транспорту та вантажних машин. Якщо немає бортового каменю, відстань від кромки проїзної частини до зовнішньої поверхні цоколю опори повинна бути не менше ніж 1,75 м.

На територіях промислових підприємств відстань від опори зовнішнього освітлення до проїзної частини рекомендується брати не менше ніж 1 м. Допускається зменшувати цю відстань до 0,6 м.

6.3.9. Опори освітлення вулиць і доріг, які мають розподільні смуги шириною

4 м і більше, можна встановлювати по центру розподільних смуг.

6.3.10. На вулицях і дорогах, які мають кювети, допускається встановлювати опори за кюветом, якщо відстань від опори до найближчої межі проїзної частини не перевищує 4 м.

Опора не повинна розміщуватися між пожежним гідрантом і проїзною частиною.

6.3.11. Опори на перетинах і примиканнях вулиць і доріг рекомендується встановлювати на відстані не менше ніж 1,5 м від початку закруглення тротуарів, не порушуючи лінії встановлювання опор.

6.3.12. Опори зовнішнього освітлення на інженерних спорудах (мостах, шляхопроводах, транспортних естакадах тощо) слід встановлювати у створі огороження в сталевих станинах або фланцях, які прикріплюють до носійних елементів інженерної споруди.

6.3.13. Опори для світильників освітлення алей і пішохідних доріг слід встановлювати за межами пішохідної частини.

6.3.14. Світильники на вулицях і дорогах з рядковим насадженням дерев необхідно встановлювати поза кронами дерев на подовжених кронштейнах, спрямованих у бік проїзної частини вулиці, або слід використовувати тросове підвішування світильників.

ЖИВЛЕННЯ УСТАНОВОК ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

6.3.15. Живлення установок зовнішнього освітлення можна здійснювати безпосередньо від трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів та ввіднорозподільних пристроїв (ВРП). Освітлювальні мережі, як правило, виконують із ТГ[^]С-системою заземлення.

6.3.16. Для живлення світильників вуличного освітлення, а також зовнішнього освітлення промислових підприємств потрібно прокладати, як правило, самостійні лінії.

Живлення світильників допускається виконувати від додатково прокладених для цього фазних провідників, і РЕИ-провідника повітряної лінії електричної мережі міста, населеного пункту, промислового підприємства.

6.3.17. Освітлювальні установки міських транспортних і пішохідних тунелів, доріг і площ категорії А за надійністю електропостачання відносять до другої категорії, решту зовнішніх освітлювальних установок - до третьої категорії.

6.3.18. Живлення світильників освітлення територій мікрорайонів слід здійснювати безпосередньо від пунктів живлення зовнішнього освітлення або від мереж вуличного освітлення, які проходять поблизу (крім мереж вулиць категорії А), залежно від прийнятої в населеному пункті системи експлуатації. Світильники зовнішнього освітлення територій дитячих ясел- садків, загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів, лікарень, шпиталів, санаторіїв, пансіонатів, будинків відпочинку, дитячих таборів можуть живитися як від увідних пристроїв цих будинків або трансформаторних підстанцій, так і від найближчих розподільних мереж зовнішнього освітлення за умови дотримання вимог 6.5.27.

6.3.19. Живлення освітлення відкритих технологічних установок, відкритих виробничих площадок, відкритих естакад, складів та інших відкритих об'єктів при виробничих будівлях можна виконувати від мережі внутрішнього освітлення будівлі, до якого ці об'єкти належать.

6.3.20. Живлення світильників охоронного освітлення виконується, як правило, по самостійних лініях.

6.3.21. Живлення освітлювальних приладів під'їздів до протипожежних вододжерел (гідрантів, водоймищ тощо) слід здійснювати від фаз нічного режиму мережі зовнішнього освітлення.

6.3.22. Світильники, установлені біля входів у будинок, рекомендується приєднувати до групової мережі внутрішнього освітлення і в першу чергу - до мережі освітлення безпеки або евакуаційного освітлення, яке вмикають одночасно з робочим освітленням.

6.3.23. В установках зовнішнього освітлення світильники з розрядними джерелами світла повинні мати індивідуальну компенсацію реактивної потужності. Коефіцієнт потужності повинен бути не нижче ніж 0,85.

6.3.24. У разі застосування прожекторів з розрядними джерелами світла допускається групова компенсація реактивної потужності, за якої необхідно забезпечувати вимикання компенсуювальних пристроїв одночасно з вимиканням компенсуювальних установок, реактивну потужність яких вони компенсують.

ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТ МЕРЕЖ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

6.3.25. Мережі зовнішнього освітлення рекомендується виконувати кабельними або повітряними лініями з використанням самоутримних ізолюваних проводів. В обґрунтованих випадках для повітряних розподільних мереж освітлення вулиць, доріг, площ, територій мікрорайонів і населених пунктів допускається використання неізолюваних проводів.

6.3.26. По опорах контактної мережі електрифікованого транспорту напругою до 660 В постійного струму, на яких встановлено освітлювальні прилади зовнішнього освітлення, для їх живлення дозволяється прокладати кабельні лінії. Дозпускається також використовувати самоутримні ізолювані

проводи.

6.3.27. Повітряні лінії зовнішнього освітлення слід виконувати відповідно до вимог гл. 2.4.

Перетини ліній з вулицями та дорогами за довжини прогонів не більше ніж 40 м допускається виконувати без застосування анкерних опор і подвійного кріплення проводів.

6.3.28. РЕМ-провідники мережі загального користування, виконані неізолюваними проводами, у разі використання їх для зовнішнього освітлення слід розташовувати нижче фазних проводів мережі загального користування та фазних проводів мережі зовнішнього освітлення.

У разі використання наявних опор, що належать електромережним організаціям, які не займаються експлуатацією зовнішнього освітлення, фазні проводи мережі зовнішнього освітлення допускається розташовувати нижче РЕМ-провідників мережі загального користування.

6.3.29. У місцях, де кабельні лінії переходять у повітряні, рекомендується передбачати вимикальні пристрої, які встановлюють на опорах на висоті не менше ніж 2,5 м. Установлювати вимикальні пристрої не слід у місцях виходів кабелю з пунктів живлення зовнішнього освітлення на опори, у місцях перетинання кабелем доріг, а також у місцях проходження кабелю через перешкоди.

6.3.30. З метою резервування розподільних кабельних ліній або ліній, які виконують самоутримними ізолюваними проводами, між крайніми світильниками сусідніх відрізків для освітлення магістральних вулиць міст рекомендується передбачати перемички (резервні кабельні лінії), які нормально вимикаються.

У разі застосування зазначених перемичок, за відхиленням від 6.1.19, зниження напруги на освітлювальних приладах допускається збільшувати до 10% номінальної.

6.3.31. Повітряні лінії зовнішнього освітлення слід виконувати без урахування резервування, а їх проводи можуть бути різного перерізу вздовж лінії.

6.3.32. Відгалуження до світильників від кабельних ліній зовнішнього освітлення виконується, як правило, без розрізання жил кабелю.

Під час прокладання зазначених кабельних ліній на інженерних спорудах слід передбачати заходи для зручності влаштування відгалужень від кабелю до опори та можливість заміни кабелю відрізками.

6.3.33. Увід кабелю в опори повинен обмежуватися цоколем опори. Цоколі повинні мати розміри, достатні для розміщення в них кабельних розгалужень і запобіжників або автоматичних вимикачів, які встановлюють на відгалуженнях до освітлювальних приладів, і бути обладнаними дверцятами із замком для обслуговування.

Допускається використовувати спеціальні ящики вводу, які встановлюються на опорах.

6.3.34. Електропроводку всередині опор зовнішнього освітлення слід виконувати ізолюваними проводами в захисній оболонці або кабелями. Всередині сумісних опор зовнішнього освітлення та контактних мереж

електрифікованого міського транспорту слід використовувати кабелі з ізоляцією на напругу не менше ніж 660 В.

6.3.35. Лінії, що живлять світильники, підвішені на тросах, слід виконувати кабелями, які прокладаються по тросу, самоутримними ізольованими проводами або неізольованими проводами, які прокладають на ізоляторах за умови дотримання вимог розділу 2.

6.3.36. Троси для підвішування світильників та живильних ліній мережі допускається кріпити до конструкцій будинків. При цьому троси повинні мати амортизатори.

6.3.37. У мережах зовнішнього освітлення, які живлять освітлювальні прилади з розрядними лампами, в однофазних колах переріз РЕИ-провідників повинен дорівнювати фазному.

У трифазних мережах за одночасного вимикання усіх фазних проводів лінії переріз РЕМ-провідників слід вибирати згідно з 6.1.31.

6.3.38. Прокладання ліній, які живлять прожектори, світильники та інше електрообладнання, встановлюване на конструкціях з блискавковідводами відкритих розподільних пристроїв напругою вище 1 кВ, слід виконувати відповідно до вимог гл. 4.2.

6.3.39. Коефіцієнт попиту під час розрахунку мережі зовнішнього освітлення слід приймати таким, що дорівнює 1,0.

6.3.40. На лініях зовнішнього освітлення, які мають більш ніж 20 світильників на фазу, відгалуження до кожного світильника повинно захищатися індивідуальними запобіжниками або автоматичними вимикачами.

ГЛАВА 6.4 СВІТЛОВА РЕКЛАМА, ЗНАКИ ТА ІЛЮМІНАЦІЯ

6.4.1. Для живлення газосвітних трубок слід застосовувати сухі трансформатори в металевому кожусі, які мають вторинну напругу не більше ніж 15 кВ. Трансформатори повинні тривалий час витримувати роботу за короткого замикання в колі вторинної обмотки.

Відкриті струмопровідні частини трансформаторів повинні бути віддалені від горючих матеріалів і конструкцій на відстань, не меншу ніж 50 мм.

6.4.2. Трансформатори для живлення газосвітних трубок слід встановлювати, за можливості, у безпосередній близькості від трубок, які вони живлять, у місцях, не доступних для сторонніх осіб, або в металевих ящиках, сконструйованих таким чином, щоб під час відкривання ящика трансформатор вимикався з боку первинної напруги. Ящики рекомендується використовувати як конструктивну частину самих трансформаторів.

6.4.3. У загальному ящику з трансформатором допускається встановлювати блокувальне та компенсувальне обладнання, а також апарати первинної напруги за умови надійного автоматичного вимкнення трансформатора від мережі за допомогою блокувального пристрою, який спрацьовує під час відкривання ящика.

6.4.4. Магазили та подібні до них вітрини, в яких вмонтовано частини високої напруги газосвітного обладнання, повинні бути обладнані блокувальною, яка спрацьовує тільки в разі вимкнення установки з боку первинної напруги під час відкривання вітрин, тобто подавати напругу на обладнання повинен персонал вручну, якщо вітрина закрита.

6.4.5. Усі частини газосвітного обладнання, розташовані поза вітринами,

які обладнані блокуванням, повинні розміщуватися на висоті не менше ніж 3 м над рівнем землі і не менше ніж 0,5 м від поверхні площадок обслуговування, дахів і інших будівельних конструкцій.

6.4.6. Доступи для сторонніх осіб частини газосвітного обладнання, які перебувають під напругою, необхідно огорожувати відповідно до гл. 4.2 і забезпечувати попереджувальними плакатами.

6.4.7. Відкриті струмопровідні частини газосвітних трубок повинні бути віддалені від металевих конструкцій або частин будинку на відстань не менше ніж 20 мм, а ізольовані частини - на відстань не менше ніж 10 мм.

6.4.8. Відстань між відкритими струмопровідними частинами газосвітних трубок, які перебувають під різними потенціалами, повинна бути не менше ніж 50 мм.

6.4.9. Відкриті провідні частини газосвітної установки з боку вищої напруги, а також один із виводів або середня точка вторинної обмотки трансформаторів, яка живить газосвітні трубки, слід приспівувати до РЕ- або РЕМ-провідника.

6.4.10. Трансформатори або групу трансформаторів, які живлять газосвітні трубки, слід вимикати з боку первинної напруги за допомогою апарата з видимим розривом, а також захищати за допомогою апарата, розрахованого на номінальний струм трансформатора.

Для відключення трансформаторів допускається застосовувати пакетні вимикачі з фіксувальним положенням рукоятки.

6.4.11. Електроди газосвітних трубок у місцях приспівування проводів не повинні піддаватися натягу.

6.4.12. Мережу з боку вищої напруги установок рекламного освітлення слід виконувати ізольованими проводами, які мають напругу випробовування не менше ніж 15 кВ. У місцях, доступних для механічного впливу або дотику, ці проводи слід прокладати в сталевих трубах, коробах та інших механічно міцних негорючих конструкціях.

Для перемичок між окремими електродами, які мають довжину не більше ніж 0,4 м, допускається застосовувати голі проводи за умови дотримання відстані за 6.4.7.

6.4.13. Рекламні установки на вулицях, дорогах і площах, форма та колір яких збігаються з формою та кольором сигналів світлофорів, необхідно розміщувати на висоті не менше ніж 8 м від поверхні дороги.

6.4.14. У перехідних тунелях довжиною більше ніж 80 м або в тунелях, які мають відгалуження, світлові покажчики напрямку руху необхідно розташовувати на стінах або колонах на висоті не менше ніж 1,8 м від рівня проїзної частини.

6.4.15. Світлові покажчики, світлові дорожні знаки, світильники для підсвічування дорожніх знаків і світильники для освітлення сходових кліток і зон виходів пішохідних тунелів повинні бути приспівані до фаз нічного режиму зовнішнього освітлення (виняток за 6.4.17).

Інформаційні світлові табло та покажчики напрямку руху пішоходів у пішохідних тунелях повинні бути ввімкненими цілодобово.

6.4.16. Живлення світлових покажчиків розташування пожежних вододже- рел (гідрантів, водоймищ тощо) треба здійснювати від фаз нічного

режиму мережі зовнішнього освітлення або від мережі найближчих будинків.

6.4.17. Приєднання до мереж освітлення вулиць, доріг і площ номерних знаків будинків і вітрин не допускається.

6.4.18. Живлення установок світлової реклами, архітектурного освітлення будинків слід, як правило, здійснювати по самостійних лініях - розподільним або від мережі будинків. Потужність зазначених установок допускається не більше ніж 2 кВт на фазу за наявності резерву потужності мережі.

Лінія повинна мати захисний пристрій автоматичного вимикання живлення відповідно до вимог гл. 1.7.

ГЛАВА 6.5 КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.5.1. Керування зовнішнім освітленням слід виконувати незалежним від керування внутрішнім освітленням.

6.5.2. У містах і населених пунктах, на промислових підприємствах необхідно передбачати централізоване керування зовнішнім освітленням (див. також 6.5.24, 6.5.27, 6.5.28).

Централізоване керування рекомендується також для загального освітлення великих виробничих приміщень (площею в кілька тисяч квадратних метрів) і деяких приміщень громадських будинків.

Способи та технічні засоби для системи централізованого керування зовнішнім і внутрішнім освітленням слід визначати на основі техніко-економічних обґрунтувань.

6.5.3. У разі використання в системах централізованого керування зовнішнім і внутрішнім освітленням засобів телемеханіки слід дотримуватись вимог гл. 3.3.

6.5.4. Централізоване керування освітленням рекомендується виконувати:

- зовнішнім освітленням промислових підприємств - з пункту керування електропостачанням підприємства, а за його відсутності - з місця, де перебуває персонал обслуговування;

- зовнішнім освітленням міст та населених пунктів - з пункту керування зовнішнім освітленням;

- внутрішнім освітленням - із приміщення, в якому перебуває персонал обслуговування.

6.5.5. Живлення пристроїв централізованого керування зовнішнім і внутрішнім освітленням рекомендується передбачати від двох незалежних джерел.

Живлення децентралізованих пристроїв керування допускається

виконувати від ліній, які живлять освітлювальні установки.

6.5.6. У системах централізованого керування зовнішнім і внутрішнім освітленням слід передбачати автоматичне ввімкнення освітлення у випадках аварійного вимкнення живлення основного кола або кола керування та наступне відновлення живлення.

6.5.7. У разі автоматичного керування зовнішнім і внутрішнім освітленням, наприклад, залежно від освітленості, створюваної природним світлом, слід передбачати можливість ручного керування освітленням без використання засобів автоматики.

6.5.8. Для керування внутрішнім і зовнішнім освітленням можна використовувати апарати керування, які встановлюються в розподільних пристроях підстанцій, розподільних пунктах живлення, увідних розподільних пристроях, групових щитках.

6.5.9. У разі централізованого керування внутрішнім і зовнішнім освітленням слід передбачати контроль положення комутаційних апаратів (увімкнено, вимкнено), які встановлюються в колі живлення освітлення.

У каскадних схемах централізованого керування зовнішнім освітленням рекомендується передбачати контроль увімкненого (вимкненого) стану комутаційних апаратів, які встановлюються в колі живлення освітлення.

У каскадних контролювальних схемах централізованого керування зовнішнім освітленням (6.1.8,6.5.29) допускається не більше двох неконтрольованих пунктів живлення.

КЕРУВАННЯ ВНУТРІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ

6.5.10. У разі живлення освітлення будинків від підстанцій і мереж, розташованих поза цими будинками, у кожному ввідному пристрої в будинок слід встановлювати апарат керування.

6.5.11. У разі живлення від однієї лінії чотирьох і більше групових щитків, якщо груп 6 і більше, на ввіді до кожного щитка рекомендується встановлювати апарат керування.

6.5.12. У приміщеннях, які мають зони з різними умовами природного освітлення та неоднаковими режимами роботи, слід передбачати роздільне керування освітленням зон.

6.5.13. Вимикачі світильників, які встановлюють у приміщеннях з несприятливими умовами середовища, рекомендується виносити в суміжні приміщення з кращими умовами середовища.

Вимикачі світильників душових і роздягалень при них, гарячих цехів, їдалень слід встановлювати поза цими приміщеннями.

6.5.14. У довгих приміщеннях з кількома входами, які відвідує персонал обслуговування (наприклад, кабельні, теплофікаційні, водопровідні тунелі), рекомендується передбачати керування освітленням від кожного входу або частини входів.

6.5.15. У приміщеннях з чотирма та більше світильниками, які не мають освітлення безпеки та евакуаційного освітлення, світильники рекомендується розподіляти не менше ніж на дві самостійно керувані групи.

6.5.16. Керування освітленням безпеки та евакуаційним освітленням

можна виконувати: безпосередньо з приміщення; з групових щитків; з розподільних пунктів; з ввідних розподільних пристроїв; з розподільних пристроїв підстанцій;

централізовано з пунктів керування освітленням з використанням системи централізованого керування, при цьому апарати керування повинні бути доступні тільки персоналу обслуговування.

6.5.17. Керування установками штучного ультрафіолетового опромінювання слід передбачати незалежним від керування загальним освітленням приміщень.

6.5.18. Керування світильниками місцевого освітлення слід виконувати індивідуальними вимикачами, які входять до конструктивної частини світильника або розташовані в стаціонарній частини електропроводки. За напруги до 50 В для керування світильниками допускається використовувати штепсельні розетки.

КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ

6.5.19. Система керування зовнішнім освітленням повинна забезпечувати його вимкнення протягом не більше ніж 3 хв.

Керування зовнішнім освітленням рекомендується здійснювати з обмеженої кількості місць.

6.5.20. Для невеликих промислових підприємств і населених пунктів допускається передбачати керування зовнішнім освітленням комутаційними апаратами, які встановлюються на лініях живлення освітлення, за умови забезпечення доступу персоналу обслуговування до цих апаратів.

6.5.21. Централізоване керування зовнішнім освітленням міст і населених пунктів рекомендується виконувати:

- телемеханічним - за кількості мешканців понад 50 тис.;
- телемеханічним або дистанційним - за кількості мешканців від 20 до 50 тис.;
- дистанційним - за кількості мешканців до 20 тис.

6.5.22. У разі централізованого керування зовнішнім освітленням промислових підприємств слід забезпечувати можливість місцевого керування освітленням.

6.5.23. Керування освітленням відкритих технологічних установок, відкритих складів та інших об'єктів при виробничих будівлях, освітлення яких живиться від мереж внутрішнього освітлення, рекомендується виконувати з цих будівель або централізовано.

6.5.24. Керування зовнішнім освітленням міста слід здійснювати від одного центрального диспетчерського пункту. У великих містах, території яких розділено водними, лісовими або природними перешкодами рельєфу місцевості, можна передбачати районні диспетчерські пункти.

Між центральним і районним диспетчерськими пунктами необхідно мати прямий телефонний зв'язок.

6.5.25. Для зниження освітлення вулиць та площ міст у нічний час необхідно передбачати можливість вимкнення частини світильників. При цьому вимкнення двох суміжних світильників не допускається.

6.5.26. Для пішохідних і транспортних тунелів потрібно передбачати роздільне керування світильниками денного, вечірнього та нічного режимів роботи тунелів. Для пішохідних тунелів, крім цього, необхідно забезпечувати можливість місцевого керування.

6.5.27. Керування освітленням територій шкіл-інтернатів, готелів, лікарень, шпиталів, санаторіїв, пансіонатів, будинків відпочинку, парків, садів, стадіонів, виставок тощо рекомендується здійснювати від системи керування зовнішнім освітленням населеного пункту. При цьому необхідно забезпечувати можливість місцевого керування.

У разі живлення освітлення зазначених об'єктів від мереж внутрішнього освітлення будинків керування зовнішнім освітленням може здійснюватися з цих будинків.

6.5.28. Керування світловим огороженням висотних споруд (щогли, димові труби тощо) рекомендується передбачати з об'єктів, до яких ці споруди належать.

6.5.29. Централізоване керування мережами зовнішнього освітлення міст, населених пунктів і промислових підприємств слід здійснювати шляхом використання комутаційних апаратів, установлених у пунктах живлення зовнішнього освітлення.

Керування комутаційними апаратами в мережах зовнішнього освітлення міст і населених пунктів рекомендується здійснювати, як правило, шляхом каскадного (послідовного) їх увімкнення.

У повітряно-кабельних мережах допускається вмикати в один каскад до 10 пунктів живлення, а в кабельних - до 15 пунктів живлення мережі вуличного освітлення.

ГЛАВА 6.6 ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ТА ЕЛЕКТРОУСТАНОВЛЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

6.6.1. Освітлювальні прилади потрібно встановлювати так, щоб забезпечувалася доступність для їх монтування і безпечного обслуговування з використанням, за необхідності, інвентарних технічних засобів.

У виробничих приміщеннях, обладнаних мостовими кранами, що використовуються для безперервного виробничого процесу, а також у безкранових прогонах, в яких доступ до світильників за допомогою підлогових і інших пересувних засобів є неможливим або утрудненим, установлювати світильники та інше обладнання і прокладати електричні мережі можна на спеціальних стаціонарних містках, які виконуються із негорючих матеріалів. Ширина містків повинна бути не менше ніж 0,6 м, вони повинні мати огороження висотою не менше 1 м.

У громадських будівлях допускається спорудження таких містків за неможливості використання інших засобів і способів доступу до світильників.

6.6.2. Світильники, які обслуговуються зі стаціонарних драбин або з приставних драбин, слід установлювати на висоті не більше ніж 5 м (до низу світильника) над рівнем підлоги. У цьому разі розташовувати світильники

над великим обладнанням, приямками і в інших місцях, де неможливо встановити драбину, не допускається.

6.6.3. Світильники, які застосовують в установках, що піддаються вібраціям і струсам, повинні мати конструкції, які унеможливають самовідгвинчування ламп або їх випадання. Допускається встановлювати світильники із застосуванням амортизувальних пристроїв.

6.6.4. Для підвісних світильників загального освітлення рекомендується мати звиси довжиною не більше ніж 1,5 м. При більшій довжині звису слід вживати заходи для обмеження розгойдування світильників під дією потоків повітря.

6.6.5. У вибухонебезпечних зонах усі стаціонарно встановлені освітлювальні прилади слід жорстко закріплювати, щоб не допускати розгойдування.

У разі застосування у вибухонебезпечних зонах щільних світловодів слід дотримуватися вимог ДНАОП 0.001.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

Для приміщень, віднесених до пожежонебезпечних зон П-Па, слід використовувати світильники з негорючими розсіювачами у вигляді суцільного силікатного скла.

6.6.6. Для забезпечення можливості обслуговування освітлювальних приладів допускається їх установлювати на поворотних пристроях за умови їх жорсткого кріплення до цих пристроїв і підведення живлення гнучким кабелем з мідними жилами.

6.6.7. Для освітлення транспортних тунелів у містах і на автомобільних шляхах рекомендується застосовувати світильники зі ступенем захисту IP 65.

6.6.8. Світильники місцевого освітлення слід закріплювати жорстко або так, щоб після переміщення вони стійко зберігали своє положення.

6.6.9. Пристосування для підвішування світильників протягом 10 хв без пошкодження та залишкових деформацій повинні витримувати прикладене до них навантаження, яке дорівнює п'ятикратній масі світильника, а для складних багатолампових люстр масою 25 кг і більше - навантаження, яке дорівнює двократній масі люстри плюс 80 кг.

6.6.10. У стаціонарно встановлених світильниках гвинтові струмопровідні гільзи патронів для ламп з гвинтовими цоколями в мережах із заземленою ней- траллю слід приєднувати до М-провідника.

Якщо патрон має неструмопровідну гвинтову гільзу, М-провідник слід приєднувати до контакту патрона, з яким з'єднується гвинтовий цоколь лампи.

6.6.11. У магазинних вітринах допускається застосовувати світильники з лампами розжарювання потужністю, не більшою за 100 Вт.

6.6.12. Проводи слід вводити в освітлювальну арматуру таким чином, щоб у місці введення вони не піддавалися механічним пошкодженням, а контакти патронів були розвантажені від механічних зусиль.

6.6.13. З'єднувати проводи всередині кронштейнів, підвісів або труб, за допомогою яких установлюють освітлювальну арматуру, не допускається. З'єднувати проводи слід у місцях, доступних для контролю, наприклад, в основах кронштейнів, у місцях введення проводів у світильники.

6.6.14. Освітлювальну арматуру допускається підвішувати на живильних проводах, якщо їх для цього призначено і виготовлено за спеціальними технічними умовами.

6.6.15. У разі застосування освітлювальної арматури загального освітлення, яка має клемні затискачі для приєднання живильних провідників, допускається приєднання проводів і кабелів як з мідними, так і алюмінієвими жилами.

Для освітлювальної арматури, яка не має клемних затискачів, коли провідники, які вводяться в арматуру, безпосередньо приєднуються до контактних затискачів лампових патронів, слід застосовувати проводи або кабелі з мідними жилами перерізом не менше ніж $0,5 \text{ мм}^2$ усередині будинків і 1 мм^2 - поза будинками. При цьому в арматурі для ламп розжарювання потужністю 100 Вт і більше, ламп типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДнаТ необхідно застосовувати проводи з ізоляцією, яка допускає температуру їхнього нагріву не менше ніж $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Проводи, які вводяться у вільно підвішені світильники, повинні мати мідні жили.

Проводи, які прокладаються всередині освітлювальної арматури, повинні мати ізоляцію, яка відповідає номінальній напрузі мережі (див. також 6.3.34).

6.6.16. Відгалуження від розподільних мереж до світильників зовнішнього освітлення слід виконувати гнучкими проводами з мідними жилами перерізом не менше ніж $1,5 \text{ мм}^2$ для підвісних світильників та не менше ніж 1 мм^2 - для консольних. Відгалуження від повітряних ліній рекомендується виконувати з використанням спеціальних перехідних відгалужувальних затискачів.

6.6.17. Для приєднання до мережі настільних, переносних і ручних світильників, а також світильників, які підвішують на проводах, світильників місцевого освітлення слід застосовувати шнури і проводи з гнучкими мідними жилами перерізом не менше ніж $0,75 \text{ мм}^2$. При цьому переріз жил проводів та шнурів повинен відповідати струмовому навантаженню світильника.

6.6.18. Для заряджання стаціонарних світильників місцевого освітлення слід застосовувати гнучкі проводи з мідними жилами перерізом не менше ніж 1 мм^2 для рухомих конструкцій і не менше ніж $0,5 \text{ мм}^2$ - для нерухомих.

Ізоляція проводів повинна відповідати номінальній напрузі мережі.

6.6.19. Заряджати кронштейни освітлювальної арматури місцевого освітлення слід з дотриманням таких вимог:

- проводи необхідно вводити всередину кронштейна або захищати іншим шляхом від механічних пошкоджень; за напруги до 50 В ця вимога не обов'язкова;

- за наявності шарнірів проводи всередині шарнірних частин не повинні піддаватися натягу або перетиранню;

- отвори для проводів у кронштейнах повинні мати діаметр не менше ніж 8 мм з допуском місцевих звужень до 6 мм; у місцях уведення проводів слід застосовувати ізолювальні втулки;

- у рухомих конструкціях освітлювальної арматури повинна бути

виключена можливість довільного пересування або розгойдування арматури.

6.6.20. Присднувати прожектори до мережі слід за допомогою гнучкого кабелю з мідними жилами перерізом не менше ніж 1 мм^2 і довжиною не менше 1,5 м. Захисне заземлення прожекторів необхідно виконувати окремою жилою.

ЕЛЕКТРОУСТАНОВЛЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

6.6.21. Вимоги, викладені в 6.6.22-6.6.28, поширюються на обладнання (вимикачі, перемикачі та штепсельні розетки) з номінальним струмом до 16 А і напругою до 250 В, а також на штепсельні з'єднання із захисним контактом з номінальним струмом до 63 А і напругою до 380 В.

6.6.22. Обладнання, установлене приховано, слід розміщувати в коробки, спеціальні кожухи або в отвори залізобетонних панелей, утворених під час виготовлення їх на заводах будівельної індустрії. Кришки, призначені для закривання отворів у панелях, мають бути стійкими до горіння.

6.6.23. Штепсельні розетки, установлені в складських приміщеннях, які зачиняються і містять горючі матеріали або матеріали в горючій упаковці, повинні мати ступінь захисту відповідно до вимог ДНАОП 0.001.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

6.6.24. Застосування штепсельних розеток для переносних електроприймачів із захисним контактом (для присднання РЕ-провідника) повинні виключати можливість використання струмопровідних контактів як захисних.

З'єднання між захисними контактами вилки і розетки слід здійснювати до того, як з'єднаються струмопровідні контакти; порядок вимкнення має бути зворотнім. Заземлювальні контакти штепсельних розеток і вилок повинні бути електрично з'єднані з їх корпусами, якщо їх виконано зі струмопровідних матеріалів.

6.6.25. Вимикачі та перемикачі переносних електроприймачів слід, як правило, установлювати на самих електроприймачах або в електропроводі, який прокладається нерухомо. На рухомих проводах допускається встановлювати вимикачі тільки спеціальної конструкції, передбаченої для цієї мети.

6.6.26. У три- або двопровідних однофазних лініях мереж із заземленою нейтраллю можна використовувати однополюсні вимикачі, які слід установлювати в колі фазного проводу, або двополюсні, при цьому вимкнення одного N-провідника без вимкнення фазного слід унеможливити.

6.6.27. Штепсельні розетки слід установлювати:

- у виробничих приміщеннях, як правило, на висоті 0,8 -1 м; у разі підведення проводів згори їх допускається встановлювати на висоті до 1,5 м;

- в адміністративно-конторських, лабораторних, житлових та інших приміщеннях - на висоті, зручній для приєднання до них електричних приладів, залежно від призначення приміщень та оформлення інтер'єру, але не вище ніж 1 м; допускається встановлювати штепсельні розетки в кабельних коробах, стійких до поширення полум'я, призначених для цього

місцях;

- у школах і дитячих закладах (у приміщеннях для перебування дітей) на висоті 1,8 м.

6.6.28. Вимикачі для світильників загального освітлення слід установлювати на висоті від 0,8 м до 1,7 м від підлоги, а в школах, дитячих яслах і садках, у приміщеннях для перебування дітей - на висоті 1,8 м від підлоги. Допускається встановлювати вимикачі під стелею з керуванням за допомогою шнура.

РОЗДІЛ 7

ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Глави 7.5, 7.7. ПУЕ-86 (шосте видання, перероблене та доповнене).
Міністерство енергетики і електрифікації СРСР, 1986 р.

Глава 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.6 скасовані згідно з наказом Міністерства
праці та соціальної політики України від 21.06.2001 р. № 272.

ГЛАВА 7.5 ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНІ УСТАНОВКИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

7.5.1. Ця глава Правил поширюється на виробничі та лабораторні установки електропечей і електротермічних пристроїв (електронагрівальних приладів, апаратів) змінного струму промислової (50 Гц), зниженої (нижче 50 Гц), підвищеної - середньої (до 30 кГц) і високої (вище 30 кГц) частоти та постійного (випрямленого) струму:

- опору прямої та непрямої дії (з будь-яким матеріалом нагрівального елемента: твердим і рідким), у тому числі електрошлакового переплавлення та лиття;

- дугових прямої, непрямої та комбінованої дії (з перетворенням електричної енергії в теплову в електричній дузі і в опорі), у тому числі електропечей руднотермічних і феросплавних, а також плазмових нагрівальних і плавильних;

- індукційних нагрівних (у тому числі гартівних) і плавильних (у тому числі тигельних і каналних);

- діелектричного нагрівання;

- електронно-променевих.

Ця глава Правил поширюється на всі елементи електроустановок перелічених видів електропечей і електротермічних пристроїв будь-яких конструкцій, призначень і режимів роботи, а також з будь-якими середовищами (повітря, вакуум, інертний газ тощо) і тиском у їх робочих камерах.

7.5.2. Електротермічні установки та електротехнічне й інше устаткування, що використовується в них, крім вимог цієї глави, мають

задовольняти також вимогам гл. 1-6 тією мірою, якою їх не змінено згідно з цією главою.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

7.5.3. Електротермічні установки щодо забезпечення надійності електропостачання, як правило, слід відносити до електроприймачів II та III категорій згідно з 1.2.17.

Категорії електроприймачів основного устаткування та допоміжних механізмів, а також обсяг резервування електричної частини мають визначатися з урахуванням особливостей конструкції устаткування електротермічних установок і вимог, що пред'являються чинними стандартами, нормами і правилами до такого устаткування, систем постачання його водою, газами, стиснутим повітрям, створення і підтримання в робочих камерах тиску або розрідження.

До III категорії, як правило, слід відносити електроприймачі електротермічних установок цехів і ділянок несерійного виробництва: ковальських, штампувальних, пресових, механічних, механоскладальних і фарбувальних; цехів і ділянок (відділень і майстерень) інструментальних, зварювальних, збірного залізобетону, деревообробних і деревооздоблювальних, експериментальних, ремонтних, а також лабораторій, випробувальних станцій, гаражів, депо, адміністративних будівель.

7.5.4. Для живлення електроприймачів електротермічних установок від електричних мереж загального призначення залежно від потужності електроприймачів і прийнятої схеми електропостачання (радіальної чи магістральної) треба використовувати жорсткі або гнучкі струмопроводи, кабельні лінії або електропроводки.

7.5.5. Електротермічні установки, в яких електрична енергія перетворюється в теплову на постійному струмі, змінному струмі зниженої, підвищено-середньої або високої частоти, мають містити перетворювальні агрегати, що приєднуються до живильних електричних мереж загального призначення безпосередньо або через самостійні пічні (силові, перетворювальні) трансформатори.

Пічними (силовими) трансформаторами або автотрансформаторами мають бути обладнаними також електротермічні установки промислової частоти з дуговими печами (пристроями) прямої, непрямої та комбінованої дії (незалежно від їх напруги і потужності) та установки з печами (пристроями) індукційними і опору прямої та непрямої дії, що працюють на напрузі, яка відрізняється від напруги електричної мережі загального призначення, або за одиничної потужності печей (пристроїв) індукційних і опору: однофазних - 400 кВт і більше, трифазних - 1,6 МВт і більше.

Перетворювачі та пічні (перетворювальні) трансформатори (автотрансформатори) мають забезпечувати вторинну напругу відповідно до

процесу, а первинна напруга електротермічної установки має вибиратися з урахуванням техніко-економічної доцільності.

Пічні трансформатори (автотрансформатори) і перетворювачі, як правило, треба забезпечувати пристроями для регулювання напруги відповідно до вимог технологічного процесу. Трансформатори (автотрансформатори) з перемикачами ступенів без навантаження повинні мати блокування, що забороняє виконувати перемикання без зняття напруги.

7.5.6. Електричне навантаження присьднаних до електричної мережі загального призначення декількох однофазних електроприймачів електротермічних установок слід по можливості рівномірно розподіляти між фазами мережі. У всіх можливих експлуатаційних режимах роботи таких електроприймачів несиметрія напруги, що викликається їх навантаженням, не має перевищувати значень, допустимих чинним стандартом.

У випадках, коли такої умови не дотримуються і при цьому недоцільно (за техніко-економічними показниками) присьднувати однофазні електроприймачі до потужнішої електричної мережі (так би мовити, до точки мережі з більшою потужністю КЗ), слід забезпечувати електротермічну установку симетруючим пристроєм чи параметричним джерелом струму або встановлювати комутаційні апарати, за допомогою яких можливий перерозподіл навантаження однофазних електроприймачів між фазами трифазної мережі (за нечастого виникнення несиметрії в процесі роботи).

7.5.7. Електричне навантаження електротермічних установок не має викликати в електричних мережах загального призначення несинусоїдальності форми кривої напруги, за якої не дотримується вимога чинного стандарту. За необхідності слід забезпечувати пічні підстанції електротермічних установок або цехові (заводські) підстанції, що їх живлять, фільтрокомпенсаційними пристроями чи вживати інших заходів, що зменшують викривлення форми кривої напруги електричної мережі.

7.5.8. Коефіцієнт потужності електротермічних установок, що присьднуються до електричних мереж загального призначення, має бути не нижчим ніж 0,98, якщо енергозабезпечувальною організацією не встановлено іншого нормативу.

Електротермічні установки з одиничною потужністю 400 кВт і більше, природний коефіцієнт потужності яких нижчий від нормованого значення, як правило, повинні мати індивідуальні компенсаційні пристрої. Електротермічні установки не рекомендовано забезпечувати індивідуальними компенсаційними пристроями, якщо техніко-економічними розрахунками виявлено очевидні переваги групової компенсації, а також за надлишку реактивної потужності на підприємстві (у цеху).

7.5.9. Для тих електротермічних установок, що присьднуються до електричних мереж загального призначення, для яких як компенсаційний пристрій використовують конденсаторні батареї, схему вимкнення конденсаторів слід обирати на основі даних техніко-економічних розрахунків, характеру зміни індуктивного навантаження установки та форми кривої

напруги (що визначається складом вищих гармонік).

В установках з частими і великими (за амплітудою) змінами індуктивного навантаження конденсатори слід вмикати паралельно з електротермічними електроприйма- чами, наприклад з пічними трансформаторами (пристрої поперечної компенсації).

Рекомендовано передбачати регулювання ємності конденсаторних батарей.

В обґрунтованих випадках для зменшення коливань напруги, що викликаються змінами індуктивного навантаження, рекомендовано передбачати пристрої статичної та динамічної компенсації реактивної потужності (ПДК) з використанням методів компенсації: прямого (зі ступеневим вимкненням конденсаторів) або непрямого (з плавним регулюванням результуючої індуктивності реактора чи спеціального трансформатора з великою напругою КЗ), причому в усіх випадках зі швидкодійними системами керування.

В установках з повільними змінами індуктивного навантаження допускається як паралельно, так і послідовно з'єднувати (пристрої подовжньої компенсації - ППК) конденсатори як з постійною, так і з регульованою ємністю конденсаторних батарей і електротермічних електроприймачів.

Під час живлення електротермічного устаткування від блока регулювальний трансформатор (автотрансформатор) - пічний знижувальний трансформатор або блока головний трансформатор - послідовний додатковий («вольтододатковий») трансформатор конденсаторну батарею рекомендовано вмикати в коло середньої напруги (якщо при цьому забезпечується електродинамічна стійкість устаткування).

7.5.10. Первинне коло кожної електротермічної установки має містити такі комутаційні і захисні апарати залежно від напруги живильної електромережі промислової частоти:

- до 1 кВ - вимикач (рубильник з дугогасними контактами, пакетний вимикач) на вводі і запобіжники або блок вимикач - запобіжник чи автоматичний вимикач з електромагнітними і тепловими розчіплювачами;
- понад 1 кВ - роз'єднувач (віддільник, роз'ємне контактне з'єднання КРП) на вводі і вимикач оперативно-захисного призначення або роз'єднувач (віддільник, роз'ємне контактне з'єднання КРП) і два вимикачі - оперативний і захисний.

Для увімкнення електротермічного пристрою потужністю, меншою 1 кВт, в електричну мережу до 1 кВ допускається використовувати на вводі вставні роз'ємні контактні з'єднання, що приєднуються до лінії (магістральної або радіальної), захист якої встановлено в силовому (освітлювальному) пункті або щитку.

У первинних колах електротермічних установок до 1 кВ допускається як ввідні комутаційні апарати використовувати рубильники без дугогасних контактів за умови, що комутація ними виконується без навантаження.

Вимикачі понад 1 кВ оперативно-захисного призначення в

електротермічних установках мають виконувати операції увімкнення і вимкнення електротермічного устаткування (печей або пристроїв), зумовлені експлуатаційними особливостями його роботи, і захист від КЗ та ненормальних режимів роботи.

Оперативні вимикачі понад 1 кВ електротермічних установок мають виконувати оперативні та частину захисних (наприклад, у разі спрацювання газового захисту) функцій, обсяг яких визначається під час конкретного проектування, але на них не має покладатися захист від КЗ (крім експлуатаційних), який мають здійснювати захисні вимикачі.

Оперативно-захисні й оперативні вимикачі вище 1 кВ дозволено встановлювати як на пічних підстанціях, так і в цехових (заводських тощо) РУ.

Допускається встановлювати один або два (що присьднуються паралельно і працюють окремо) захисні вимикачі для захисту групи електротермічних установок.

7.5.11. Вимикачі вище 1 кВ, що використовуються в електротермічних установках, мають відповідати вимогам гл. 1.4. При цьому в електричних колах із кількістю комутаційних операцій у середньому п'ять і більше циклів увімкнення - вимкнення на добу треба застосовувати спеціальні вимикачі, що мають підвищену механічну і електричну зносостійкість та відповідають вимогам чинних стандартів і технічних умов.

В електричних колах 6-35 кВ з частими комутаційними операціями як оперативно-захисні й оперативні вимикачі допускається застосовувати маломасляні вимикачі з підвищеною механічною зносостійкістю за умови, що ними до 50 разів на добу вимикаються тільки струми, що не перевищують 10% їх номінального значення, або в середньому не частіше 15 разів на добу вимикаються номінальні струми.

Як оперативні вимикачі в колах вище 1 кВ електротермічних установок допускається застосовувати вимикачі зі зниженою електродинамічною стійкістю (наприклад, вакуумні або безконтактні вимикачі, не здатні витримувати без пошкоджень впливи, створювані струмом КЗ, що проходить через них, за умови застосування заходів, що знижують імовірність КЗ в електричному колі між оперативним вимикачем і пічним трансформатором (автотрансформатором, перетворювачем) та ті, що унеможливають виникнення небезпеки для обслуговуючого персоналу, а також за умови, що пошкодження вимикача не призведе до розвитку аварії, вибуху чи пожежі в РУ. Під час використання вимикачів із високою швидкістю (вакуумних, повітряних) мають передбачатися заходи щодо зниження комутаційних перенапруг (наприклад, за рахунок шунтувальних резисторів) і захисту розрядниками обмоток трансформаторів і електричних кіл. Такі вимикачі рекомендовано встановлювати поблизу пічних трансформаторів, щоб комутаційні перенапруги були найменшими.

¹ Нумерацію пунктів глави 4.2 змінено.

7.5.12. Напряга внутрішньоцехових пічних підстанцій, кількість і потужність установлених у них трансформаторів, автотрансформаторів або перетворювачів, у тому числі з масляним наповненням, висота (відмітка) їх розташування щодо підлоги першого поверху, відстань між камерами масляних трансформаторів різних підстанцій не обмежуються.

Під устаткуванням, що містить масло, мають виконуватися приямки, розраховані на повний об'єм масла, або маслоприймачі згідно з 4.2.101, пункт 2^і, з відведенням масла в збірний бак. Місткість збірного бака має бути не меншою від сумарного об'єму масла в устаткуванні, розташованого спільно в одній камері,

а в разі приєднання до збірного бака маслоприймачів декількох камер - не меншою за найбільший сумарний об'єм масла устаткування однієї з камер.

Камери з електроустаткуванням з масляним наповненням повинні мати стаціонарні пристрої пожежегасіння за сумарної кількості масла, що перевищує:

10 т - для камер, розташованих на відмітці першого поверху і вище; 0,6 т - для камер, розташованих нижче відмітки першого поверху.

7.5.13. Устаткування електротермічних установок усієї напруги допускається розміщувати безпосередньо у виробничих приміщеннях, у зонах будь-яких класів (див. також 1.1.21, 7.3.1 і 7.4.1^і).

Виконання устаткування має відповідати умовам середовища в цих приміщеннях, а конструкції та розташування самого устаткування і огорож мають забезпечувати безпеку персоналу і унеможливити механічне пошкодження устаткування та випадкові дотикання до струмовідних та обертових частин (див. також 1.1.32).

Якщо довжина електропечі, електронагрівального пристрою або виробу, що нагрівається, така, що виконання огорож струмовідних частин викликає значне ускладнення конструкції або утруднює обслуговування установки, допускається встановлювати навколо печі або пристрою в цілому огорожу заввишки не менше

2 м з блокуванням, що унеможливило відкриття дверей до вимкнення установки (див. також 1.1.33).

У разі встановлення трансформаторів, перетворювальних агрегатів та іншого електроустаткування електротермічних установок в окремих приміщеннях останні мають бути не нижче II ступеня вогнестійкості згідно зі СНиП.

7.5.14. Силове електроустаткування до 1 кВ і вище, що належить до однієї електротермічної установки-агрегата (пічні трансформатори, статичні перетворювачі, реактори, пічні вимикачі, роз'єднувачі, перемикачі тощо), а також допоміжне устаткування систем охолодження пічних трансформаторів і перетворювачів (насоси замкнених систем водяного і масляно-водяного охолодження, теплообмінники, абсорбери, вентилятори тощо) допускається встановлювати в загальній камері. Зазначене електроустаткування повинне мати огороження відкритих струмовідних частин, а оперативне керування приводами комутаційних апаратів має бути винесеним за межі камери.

Електроустаткування декількох електротермічних установок рекомендовано в обґрунтованих випадках (див. 1.1.26) розташовувати в загальних електроприміщеннях, наприклад в електромашинних приміщеннях, з дотриманням вимог гл. 5.1.

7.5.15. Трансформатори, перетворювальні пристрої та агрегати (двигун-генераторні та статичні - іонні та електронні, у тому числі напівпровідникові пристрої та лампові генератори) електротермічних установок рекомендовано розташовувати на мінімально можливій відстані від присланих до них електропечей чи інших електротермічних пристроїв (апаратів).

Мінімальні відстані в просвіті від частин пічного трансформатора, що виступають найбільш і розташовані на висоті до 1,9 м від підлоги, до стінок трансформаторних камер за відсутності в камерах іншого устаткування рекомендовано приймати:

- до передньої стінки камери (з боку печі або іншого електротермічного пристрою): 0,4 м - для трансформаторів з габаритною потужністю, меншою ніж $0,4 \text{ МВ} \cdot \text{А}$; 0,6 м - від 0,4 до $12,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ і 0,8 м - понад $12,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$;

- до бічних і задньої стінок камери: 0,8 м - за габаритної потужності, меншої ніж $0,4 \text{ МВ} \cdot \text{А}$; 1,0 м - від 0,4 до $12,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ і 1,2 м - понад $12,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$.

У разі спільного встановлення в загальній камері пічних трансформаторів та іншого устаткування (згідно з 7.5.14) ширину проходів і відстані між устаткуванням, а також між устаткуванням і стінками камери рекомендовано приймати на 10-20% більшою, ніж зазначено в гл. 4.1,4.2 і 5.1.

7.5.16. Електротермічні установки повинні мати блокування, що дають можливість безпечного обслуговування електроустаткування і механізмів цих установок, а також правильну послідовність оперативних перемикачів. Відкриття дверей, розташованих зовні електроприміщень шаф, а також дверей камер (приміщень), що мають доступні для дотикання струмовідні частини понад 1 кВ, має бути можливим лише після зняття напруги з установки; або двері повинні мати блокування, що миттєво діє на зняття напруги з установки.

7.5.17. Електротермічні установки треба обладнувати пристроями захисту відповідно до гл. 3.1 і 3.2. Вимоги до захисту дугових і руднотермічних печей викладено в 7.5.36, індукційних електропечей - у 7.5.44 (див. також 7.5.28).

7.5.18. Електротермічне устаткування повинне, як правило, мати автоматичні регулятори потужності або режиму роботи (за винятком випадків, коли це недоцільно з технологічних або техніко-економічних причин).

Для установок, у яких під час регулювання потужності (або для захисту від перевантаження) необхідно враховувати значення змінного струму, трансформатори струму рекомендовано встановлювати з боку нижчої напруги.

Допускається встановлювати трансформатори струму з боку вищої напруги. При цьому якщо пічний трансформатор має змінний коефіцієнт трансформації, то, як правило, треба використовувати узгоджувальний вимірювальний орган.

7.5.19. Вимірювальні прилади і апарати захисту, а також апарати керування електротермічними установками слід установлювати так, щоб унеможлиблювалося їх перегрівання (від теплових випромінювань тощо).

Щити і пульти (апарати) керування електротермічними установками мають розташовуватися, як правило, у таких місцях, де забезпечено можливість спостереження за виробничими операціями, що проводяться на установках.

Напрямок руху рукоятки апарата керування приводом нахилу печей має відповідати напрямку нахилу.

Якщо електротермічні установки мають значні габарити і огляд з пульта керування недостатній, рекомендовано передбачати оптичні, телевізійні або інші пристрої для спостереження за технологічним процесом.

У необхідних випадках треба установлювати аварійні кнопки для дистанційного вимкнення всієї установки чи окремих її частин.

7.5.20. На щитах керування електротермічними установками має передбачатися сигналізація увімкненого і вимкненого положень оперативних комутаційних апаратів (див. 7.5.10), в установках з одиничною потужністю 0,4 МВт і більше рекомендовано передбачати також сигналізацію положень увідних комутаційних апаратів.

7.5.21. Під час вибору перерізів струмопроводів електротермічних установок на струми понад 1,5 кА промислової частоти і на будь-які струми підвищеної - середньої та високої частоти слід урахувати нерівномірність розподілу струму як по перерізу шини (кабелю), так і між окремими шинами (кабелями) пакета, зумовлена поверхневим ефектом і ефектом близькості.

Конструкція цих струмопроводів (зокрема, вторинних струмопроводів - «коротких мереж» електропечей) має забезпечувати:

- оптимальні реактивний та активний опори;
- раціональний розподіл струму в провідниках;
- симетрування опорів за фазами відповідно до вимог стандартів або технічних умов на окремі види (типи) трифазних електропечей чи електротермічних пристроїв;
- обмеження втрат електроенергії в металевих кріпленнях шин, конструкціях установок і будівельних елементах будівель.

Навколо одиночних шин і ліній (зокрема, у разі проходження їх через залізобетонні перегородки і перекриття, а також під час улаштування металевих опорних конструкцій, захисних екранів тощо) не повинно бути замкнутих металевих контурів. Якщо цього уникнути не можна, слід застосовувати немагнітні та маломагнітні матеріали і за допомогою розрахунку перевіряти втрати в них і температуру їх нагрівання.

Для струмопроводів змінного струму з частотою 2,4 кГц застосовувати кріпильні деталі з магнітних матеріалів не рекомендовано, а з частотою 4 кГц і більше - не допускається, за винятком вузлів приєднання шин до водоохолоджуваних елементів. Опорні конструкції та захисні екрани таких струмопроводів (за винятком конструкції для коаксіальних струмопроводів) треба виготовляти з немагнітних або маломагнітних матеріалів.

Температура шин і контактних з'єднань з урахуванням нагрівання електричним струмом і зовнішніми тепловими випромінюваннями, як правило, не має перевищувати 90 °С; в установках, що реконструюються, для вторинних струмопідводів допускається: для мідних шин температура 140 °С, для алюмінієвих - 120 °С, при цьому з'єднання шин рекомендовано виконувати зварними.

У необхідних випадках слід передбачати примусове повітряне або водяне охолодження.

7.5.22. В установках електропечей зі спокійним режимом роботи, у тому числі руднотермічних і феросплавних, вакуумних дугових і гарнісажних, індукційних, плазмових, опору прямої та непрямої дії (у тому числі електрошлакового пере-палення), електронно-променевих і діелектричного нагрівання для жорстких струмопроводів вторинних струмопідводів, як правило, слід застосовувати шини з алюмінію або з алюмінієвого сплаву (прямокутного чи трубчастого перерізу).

Для жорстких струмопроводів вторинних струмопідводів установок електропечей з ударним навантаженням, зокрема сталеплавильних і чавуноплавильних дугових печей, рекомендовано застосовувати шини з алюмінієвого сплаву з підвищеною механічною міцністю та міцністю від утомленості. Жорсткий струмопровід вторинного струмопідводу в колах змінного струму з багатополюсних шин рекомендовано виконувати шихтованим з паралельними колами різних фаз або прямого і зворотного напрямків струму, що чергуються.

Для жорстких однофазних струмопроводів підвищеної-середньої частоти рекомендовано застосовувати шихтовані та коаксіальні шинопроводи.

У обґрунтованих випадках допускається виготовляти жорсткі струмопроводи - вторинні струмопідводи з міді.

Гнучкий струмопровід до рухомих елементів електропечей слід виконувати гнучкими мідними кабелями або гнучкими мідними стрічками.

Для гнучких струмопроводів на струми 6 кА і більше промислової частоти та на будь-які струми підвищеної - середньої та високої частот рекомендовано застосовувати водоохолоджувані гнучкі кабелі.

Матеріал шин (алюміній, його сплави або мідь) для ошиновки усередині шаф та інших комплектних пристроїв, призначених для електротермічних установок, має вибиратися згідно з відповідними стандартами або технічними умовами.

7.5.23. Рекомендовані допустимі тривалі струми промислової частоти струмопроводів з шихтованого пакета прямокутних шин наведено в табл. 7.5.1-7.5.4; однофазні струми підвищеної - середньої частоти струмопроводів із двох прямокутних шин - у табл. 7.5.5 та 7.5.6; струмопроводів із двох концентричних труб - у табл. 7.5.7 і 7.5.8; кабелів марки АСГ - у табл. 7.5.9 і марки СГ - у табл. 7.5.10.

Таблиця 7.5.1. Допустимий тривалий струм промислової частоти однофазних струмопроводів із шихтованого пакета алюмінієвих прямокутних шин

Розмір смуги, мм	Струм, А, за числа смуг у пакеті							
	2	4	6	8	12	16	20	24
100x10	1250	2480	3705	4935	7380	9850	12315	14850
120x10	1455	2885	4325	5735	8600	11470	14315	17155
140x10	1685	3330	4980	6625	9910	13205	16490	19785
160x10	1870	3705	5545	7380	11045	14710	18375	22090
180x10	2090	4135	6185	8225	12315	16410	20490	24610
200x10	2310	4560	6825	9090	13585	18105	22605	27120
250x10	2865	5595	8390	11185	16640	22185	27730	33275
250x20	3910	7755	11560	15415	23075	30740	38350	46060
300x10	3330	6600	9900	13200	19625	26170	32710	39200
300x20	4560	8995	13440	17880	26790	35720	44605	53485

Примітка. У табл. 7.5.1-7.5.4 струми наведено для нефарбованих шин, установлених на ребро, у разі зазору між шинами: 30 мм - для шин заввишки 300 мм і 20 мм - для шин заввишки 250 мм і менше.

Струми в таблицях прийнято виходячи з температури навколишнього повітря 25 °С, прямокутних шин 70 °С, внутрішньої труби 75 °С, жил кабелів 80 °С.

Рекомендована густина струму у водоохолоджуваних жорстких і гнучких струмопроводах промислової частоти: алюмінієвих і з алюмінієвих сплавів - до 6 А/мм², мідних - до 8 А/мм². Оптимальна густина струму в таких струмопроводах, а також в аналогічних струмопроводах підвищеної - середньої та високої частот має вибиратися за мінімумом приведених витрат.

Таблиця 7.5.2. Допустимий тривалий струм промислової частоти однофазних струмонпроводів із шихтованого пакета мідних прямокутних шин*

Розмір смуги, мм	Струм, А, за числа смуг у пакеті							
	2	4	6	8	12	16	20	24
100x10	1880	3590	5280	7005	10435	13820	17250	20680
120x10	2185	4145	6110	8085	12005	15935	19880	23780
140x10	2475	4700	6920	9135	13585	18050	22465	26930
160x10	2755	5170	7670	10150	15040	19930	24910	29800
180x10	3035	5735	8440	11140	16545	21900	27355	32760
200x10	3335	6300	9280	12220	18140	24065	29985	35910
250x10	4060	7660	11235	14805	21930	29140	36235	43430
300x10	4840	9135	13395	17670	26225	34780	43380	51700

* Див. примітку до табл. 7.5.1.

Таблиця 7.5.3. Допустимий тривалий струм промислової частоти трифазних струмонпроводів із шихтованого пакета алюмінієвих прямокутних шин⁴

Розмір смуги, мм	Струм, А, за числа смуг у пакеті					
	3	6	9	12	18	24
100x10	1240	2470	3690	4920	7390	9900
120x10	1445	2885	4300	5735	8590	11435
140x10	1665	3320	4955	6605	9895	13190
160x10	1850	3695	5525	7365	11025	14725
180x10	2070	4125	6155	8210	12295	16405
200x10	2280	4550	6790	9055	13565	18080
250x10	2795	5595	8320	11090	16640	22185
250x20	3880	7710	11540	15385	23010	30705
300x10	3300	6600	9815	13085	19625	26130
300x20	4500	8960	13395	17860	26760	35655

* Див. примітку до табл. 7.5.1.

Таблиця 7.5.4. Допустимий тривалий струм промислової частоти трифазних струмопроводів із шихтованого пакета мідних прямокутних шин*

Розмір смуги, мм	Струм, А, за числа смуг у пакеті					
	3	6	9	12	18	24
100x10	1825	3530	5225	6965	10340	13740
120x10	2105	4070	6035	8000	11940	15885
140x10	2395	4615	6845	9060	13470	17955
160x10	2660	5125	7565	10040	14945	19850
180x10	2930	5640	8330	11015	16420	21810
200x10	3220	6185	9155	12090	18050	23925
250x10	3900	7480	11075	14625	21810	28950
300x10	4660	8940	13205	17485	25990	34545

* Див. примітку до табл. 7.5.1.

Таблиця 7.5.5. Допустимий тривалий струм підвищеної - середньої частоти стру- мопроводів із двох алюмінієвих прямокутних шин

Ширина шини, мм	Струм, А, за частоти, Гц					
	500	1000	2500	4000	8000	10000
25	310	255	205	175	145	140
30	365	305	245	205	180	165
40	490	410	325	265	235	210
50	615	510	410	355	300	285
60	720	605	485	410	355	330
80	960	805	640	545	465	435
100	1160	980	775	670	570	535
120	1365	1140	915	780	670	625
150	1580	1315	1050	905	770	725
200	2040	1665	1325	1140	970	910

Примітки: 1. У табл. 7.5.5 і 7.5.6 струми наведено для нефарбованих шин з розрахунковою товщиною, що дорівнює 1,2 глибини проникнення струму, із зазором між шпильками 20 мм у разі встановлення шин на ребро і прокладання їх у горизонтальній площині.

2. Товщина шин струмопроводів, допустимі тривалі струми яких наведено в табл. 7.5.5 і 7.5.6, має дорівнювати або бути більшою від зазначеної нижче розрахункової товщини; її слід вибирати виходячи з вимог до механічної міцності шин із сортаменту, наведеного в стандартах чи технічних умовах.

3. Глибина проникнення струму і розрахункова товщина алюмінієвих шин залежно від частоти змінного струму дорівнюють:

Частота, Гц.....	500	1000	2500	4000	8000	10000
Глибина проникнення струму, мм...	4,20	3,00	1,90	1,50	1,06	0,95
Розрахункова товщина шин, мм.....	5,04	3,60	2,28	1,80	1,20	1,14

Таблиця 7.5.6. Допустимий тривалий струм підвищеної - середньої частоти стру- мопроводів із двох мідних прямокутних шин

Ширина шини, мм	Струм, А, за частоти, Гц																										
	500	1000	2500	4000	8000	10000																					
25	355	295	230	205	175	165																					
30	425	350	275	245	210	195																					
40	570	465	370	330	280	265																					
50	705	585	460	410	350	330																					
60	835	685	545	495	420	395																					
80	1100	915	725	645	550	515																					
100	1325	1130	895	785	675	630																					
120	1420	1325	1045	915	785	735																					
150	1860	1515	1205	1060	910	845																					
200	2350	1920	1485	1340	1140	1070																					
<p>Примітки: 1. Див. примітки 1 і 2 до табл. 7.5.5. 2. Глибина проникнення струму і розрахункова товщина мідних шин залежно від частоти змінного струму такі:</p> <table> <tr> <td>Частота, Гц</td> <td>500</td> <td>1000</td> <td>2500</td> <td>4000</td> <td>8000</td> <td>10000</td> </tr> <tr> <td>Глибина проникнення струму, мм...</td> <td>3,30</td> <td>2,40</td> <td>1,50</td> <td>1,19</td> <td>0,84</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>Розрахункова товщина шин, мм</td> <td>3,96</td> <td>2,88</td> <td>1,80</td> <td>1,43</td> <td>1,01</td> <td>0,90</td> </tr> </table>							Частота, Гц	500	1000	2500	4000	8000	10000	Глибина проникнення струму, мм...	3,30	2,40	1,50	1,19	0,84	0,75	Розрахункова товщина шин, мм	3,96	2,88	1,80	1,43	1,01	0,90
Частота, Гц	500	1000	2500	4000	8000	10000																					
Глибина проникнення струму, мм...	3,30	2,40	1,50	1,19	0,84	0,75																					
Розрахункова товщина шин, мм	3,96	2,88	1,80	1,43	1,01	0,90																					

7.5.24. Динамічну стійкість за струмів КЗ жорстких струмопроводів електротермічних установок на номінальний струм 10 кА і більше має бути розраховано з урахуванням можливого збільшення електромагнітних сил у місцях поворотів і перетину шин. Відстані між опорами такого струмопроводу треба перевіряти на можливість виникнення часткового або повного резонансу.

7.5.25. Для струмопроводів електротермічних установок як ізолювальні опори шинних пакетів і прокладки між ними в електричних колах постійного та змінного струму промислової, зниженої і підвищеної - середньої частот напругою до 1 кВ рекомендовано застосовувати колодки або плити (листи) з непросоченого азбестоцементу; напругою вище 1 і до 1,6 кВ - з текстоліту, склотекстоліту або термостійких пластмас. У обґрунтованих випадках допускається застосовувати ці ізоляційні матеріали і за напруги до 1 кВ. За напруги до 500 В допускається застосовувати просочену (проварену в оліфі) деревину. Для електропечей з ударним різкозмінним навантаженням опори (стискачі, прокладки) мають бути вібростійкими (за частоти коливань значень діючого струму 0,5-20 Гц).

Як металеві деталі стискача шинного пакета струмопроводів на 1,5 кА і більше змінного струму промислової частоти і на будь-які струми підвищеної - середньої та високої частот рекомендовано застосовувати гнучий профіль П-подібного перерізу з листової немагнітної сталі. Допускається також застосовувати зварний профіль і силумінові деталі (крім стискачів для важких

багатосмугових пакетів).

Для стискання рекомендовано застосовувати болти і шпильки з немагнітних хромонікелевих, мідноцинкових (латунь) та інших сплавів.

Для струмопроводів напругою, вищою 1,6 кВ, як ізолювальні опори треба застосовувати фарфорові або скляні опорні ізолятори, причому за струмів 1,5 кА і більше промислової частоти та за будь-яких струмів підвищеної - середньої та високої частот арматура ізоляторів, як правило, має бути алюмінієвою; застосовувати ізолятори з чавунною головкою допускається в разі захисту її алюмінієвими екранами або в разі її виконання з маломагнітного чавуну.

Таблиця 7.5.7. Допустимий тривалий струм підвищеної — середньої частоти струмопроводів із двох алюмінієвих концентричних труб

Зовнішній діаметр труби, мм		Струм, А, за частоти, Гц					
зовнішньої	внутрішньої	500	1000	2500	4000	8000	10000
150	110	1330	1110	885	770	640	615
	90	1000	835	665	570	480	455
	70	800	670	530	465	385	370
180	140	1660	1400	1095	950	800	760
	120	1280	1075	855	740	620	590
	100	1030	905	720	620	520	495
200	160	1890	1590	1260	1080	910	865
	140	1480	1230	980	845	710	675
	120	1260	1070	840	725	610	580
220	180	2185	1755	1390	1200	1010	960
	160	1660	1390	1100	950	800	760
	140	1425	1185	940	815	685	650
240	200	2310	1940	1520	1315	1115	1050
	180	1850	1550	1230	1065	895	850
	160	1630	1365	1080	930	785	745
260	220	2530	2130	1780	1450	1220	1160
	200	2040	1710	1355	1165	980	930
	180	1820	1530	1210	1040	875	830
280	240	2780	2320	1850	1590	1335	1270
	220	2220	1865	1480	1275	1075	1020
	200	2000	1685	1320	1150	960	930

Примітка. У табл. 7.5.7 і 7.5.8 струми наведено для нефарбованих труб із товщиною стінок 10 мм.

Таблиця 7.5.8. Допустимий тривалий струм підвищеної - середньої частоти струмопроводів із двох мідних концентричних труб*

Зовнішній діаметр труби, мм		Струм, А, за частоти, Гц					
зовнішньої	внутрішньої	500	1000	2500	4000	8000	10000
150	110	1530	1270	1010	895	755	715
	90	1150	950	750	670	565	535
	70	920	760	610	540	455	430
180	140	1900	1585	1240	1120	945	895
	120	1480	1225	965	865	730	690
	100	1250	1030	815	725	615	580
200	160	2190	1810	1430	1275	1075	1020
	140	1690	1400	1110	995	840	795
	120	1460	1210	955	830	715	665
220	180	2420	2000	1580	1415	1190	1130
	160	1915	1585	1250	1115	940	890
	140	1620	1350	1150	955	810	765
240	200	2670	2200	1740	1565	1310	1250
	180	2130	1765	1395	1245	1050	995
	160	1880	1555	1230	1095	925	875
260	220	2910	2380	1910	1705	1470	1365
	200	2360	1950	1535	1315	1160	1050
	180	2100	1740	1375	1225	1035	980
280	240	3220	2655	2090	1865	1580	1490
	200	2560	2130	1680	1500	1270	1200
	200	2310	1900	1500	1340	1135	1070

* Див. примітку до табл. 7.5.7.

Таблиця 7.5.9. Допустимий тривалий струм підвищеної - середньої частоти кабелів марки АСГ на напругу 1 кВ

Переріз струмопроводних жил, мм ²	Струм, А, за частоти, Гц					
	500	1000	2500	4000	8000	10000
1	2	3	4	5	в	7
2x25	100	80	66	55	47	45
2x35	115	95	75	65	55	50
2x50	130	105	84	75	62	60
2x70	155	130	100	90	75	70
2x95	180	150	120	100	85	80
2x120	200	170	135	115	105	90
2x150	225	185	150	130	110	105
3x25	115	95	75	60	55	50

Кінець таблиці 7.5.9

1	2	3	4	5	в	7
3x35	135	110	85	75	65	60
3x50	155	130	100	90	75	70
3x70	180	150	120	100	90	80
3x95	205	170	135	120	100	95
3x120	230	200	160	140	115	110
3x150	250	220	180	150	125	120
3x185	280	250	195	170	140	135
3x240	325	285	220	190	155	150
3x50+1x25	235	205	160	140	115	110
3x70+1x35	280	230	185	165	135	130
3x95+1x50	335	280	220	190	160	150
3x120+1x50	370	310	250	215	180	170
3x150+1x70	415	340	280	240	195	190
3x185+1x70	450	375	300	255	210	205

Таблиця 7.5.10. Допустимий тривалий струм підвищеної - середньої частоти кабелів марки СГ на напругу 1 кВ

Переріз струмопровідних жил, мм ²	Струм, А, за частоти, Гц					
	500	1000	2500	4000	8000	10000
2x25	115	95	76	70	57	55
2x35	130	110	86	75	65	60
2x50	150	120	96	90	72	70
2x70	180	150	115	105	90	85
2x95	205	170	135	120	100	95
2x120	225	190	150	130	115	105
2x150	260	215	170	150	130	120
3x25	135	110	90	75	65	60
3x35	159	125	100	90	75	70
3x50	180	150	115	105	90	85
3x70	210	170	135	120	105	95
3x95	295	195	155	140	115	110
3x120	285	230	180	165	135	130
3x150	305	260	205	180	155	145
3x185	340	280	220	200	165	160
3x240	375	310	250	225	185	180
3x50+1x25	290	235	185	165	135	130
3x70+1x35	320	265	210	190	155	150
3x95+1x50	385	325	250	225	190	180
3x120+1x50	430	355	280	250	210	200
3x150+1x70	470	385	310	275	230	220
3x185+1x70	510	430	340	300	250	240

Опір просушеної ізоляції між шинами різної полярності (різних фаз) шинних пакетів з прямокутними або трубчастими провідниками вторинних

струмопідводів електротермічних установок, що розміщуються у виробничих приміщеннях, має бути не меншим наведеного в табл. 7.5.11, якщо в стандартах або технічних умовах на окремі види (типи) електропечей чи електротермічних пристроїв не зазначено інших значень.

Як додатковий захід для підвищення надійності роботи і забезпечення нормованого значення опору ізоляції рекомендовано шини вторинних струмопідводів у місцях стискання додатково ізолювати ізоляційним лаком або стрічкою, а між компенсаторами різних фаз (різної полярності) закріплювати ізоляційні прокладки, стійкі до теплової та механічної дій.

7.5.26. Відстані в просвіті (електричний зазор) між шинами різної полярності (різних фаз) жорсткого струмопроводу вторинного струмопідводу змінного або постійного струму мають бути не меншими від зазначених у табл. 7.5.12.

Таблиця 7.5.11. Опір ізоляції струмопроводів вторинних струмопроводів

Потужність електропечі або електронагрівального пристрою, МВ • А	Найменший опір ізоляції*, кОм, для струмопроводів			
	до 1 кВ	вище до 1,6 кВ	вище 1,6 до 3кВ	вище до 15 кВ
До 5	10	20	100	500
Понад 5 до 25	5	10	50	250
Понад 25	2,5	5	25	100

* Опір ізоляції слід вимірювати мегомметром на напруги 1 або 2,5 кВ за струмопроводу, від'єданого від виводів трансформатора, перетворювача, комутаційних апаратів, нагрівальних елементів печей опору тощо, за піднятих електродів печі та за знятих шлангів системи водяного охолодження.

Таблиця 7.5.12. Найменша відстань у просвіті між шинами струмопроводу вторинного струмопідводу*

Приміщення, в якому прокладається струмопровід	Відстань, мм, залежно від роду струму, частоти і напруги струмопроводів						
	Постійний		Змінний				
	до 1кВ	вище до 3кВ	50 Гц		500-10000 Гц		понад 10000 Гц
			до 1кВ	вище до 3кВ	до 1,6кВ	понад 1,6 до 3кВ	
Сухе незапилене	12	20-130	15	20-30	15-20	20-30	30-140
Сухе запилене**	16	30-150	20	25-35	20-25	25-35	35-150

* За висоти шини до 250 мм; за більшої висоти відстань має бути збільшеною на 5-10 мм.
 ** Пил непровідний.

7.5.27. Мостові, підвісні, консольні та інші подібні крани і талі, що використовуються в приміщеннях, де розміщено установки електротермічних пристроїв опору прямої дії, а також дугових печей комбінованої дії (див. 7.5.1) з перепуском самоспікливих електродів без вимкнення установок, повинні мати ізолювальні прокладки, що унеможливають з'єднання із землею (через гак

або трос підйомно-транспортних механізмів) елементів установки, що знаходяться під напругою.

7.5.28. Каналізацію води, що охолоджує устаткування, апарати та інші елементи електротермічних установок, має бути виконано з урахуванням можливості контролю за станом охолоджувальної системи.

Рекомендовано встановлювати такі реле: тиску, струменевих і температури (останніх два - на виході води з охолоджуваних нею елементів) з роботою їх на сигнал. У разі, коли припинення потоку або перегрів охолоджувальної води можуть призвести до аварійного пошкодження, має бути забезпеченим автоматичне вимкнення установки.

Система водоохолодження - розімкнута (від мережі водопроводу або від мережі оборотного водопостачання підприємства) або замкнута (двоконтурна з теплообмінниками) індивідуальна або групова - має обиратися з урахуванням вимог до якості води, зазначених у стандартах або технічних умовах на устаткування електротермічної установки. Під час вибору системи слід виходити з конкретних умов водопостачання підприємства (цеху, будівлі) і найбільш економічно доцільного варіанту, що визначається за мінімумом наведених витрат.

Водоохолоджувані елементи електротермічних установок за розімкнутої системи охолодження мають бути розрахованими на максимальний тиск води 0,6 МПа (6 кгс/см²) і мінімальний 0,2 МПа (2 кгс/см²) за якості води, що, як правило, відповідає вимогам табл. 7.5.13, якщо в стандартах або технічних умовах на устаткування не наведено інших нормативних значень.

Рекомендовано передбачати повторне використання охолоджувальної води на інші технологічні потреби з улаштуванням водозбору і перекачування.

В електротермічних установках, для охолодження елементів яких використовується вода з мережі оборотного водопостачання, рекомендовано передбачати механічні фільтри для зниження вмісту у воді завислих частинок.

Під час вибору індивідуальної замкнутої системи водоохолодження рекомендовано передбачати схему вторинного контуру циркуляції води без резервного насоса, щоб у разі виходу з ладу працюючого насоса на якийсь час, необхідний для аварійної зупинки устаткування, використовувалася вода з мережі водопроводу.

У разі застосування групової замкнутої системи водоохолодження рекомендовано встановлювати один або два резервних насоси з автоматичним увімкненням резерву.

7.5.29. У разі охолодження елементів електротермічної установки, які можуть перебувати під напругою, водою по проточній або циркуляційній системі для запобігання винесенню трубопроводами потенціалу, небезпечно для обслуговуючого персоналу, треба передбачати ізолювальні шланги (рукави). Якщо немає огорожі, то подавальний і зливний кінці шланга повинні мати заземлені

металеві патрубки, що унеможливають дотик до них персоналу за увімкненої установки.

Довжина ізолювальних шлангів водяного охолодження, що з'єднують елементи різної полярності, має бути не меншою від зазначеної в технічній документації заводів - виробників устаткування; за відсутності таких даних довжину рекомендовано приймати такою, що дорівнює: за номінальної напруги до 1 кВ - не менше ніж 1,5 м за внутрішнього діаметра шлангів до 25 мм і 2,5 м - за діаметра від 25 мм і до 50 мм; за номінальної напруги понад 1 кВ - 2,5 м і 4 м відповідно.

Довжина шлангів не нормується, якщо між шлангом і стічною трубою є розрив і струмінь води вільно падає в лійку.

Таблиця 7£.13. Характеристика води для охолодження елементів електротермічних установок

Показник	Вид мережі - джерела водопостачання	
	Господарсько-питний водопровід	Мережа оборотного водопостачання підприємства
Твердість, мг-екв/л, не більше ніж:		
- загальна	7	-
- карбонатна	-	5
Вміст, мг/л, не більше ніж:		
- завислих речовин (каламутність)	3	100
- активного хлору	0,5	Немає
- заліза	0,3	1,5
-рН	6,5-9,5	7-8
Температура, °С, не більше ніж	25	30

7.5.30. Електротермічні установки, устаткування яких вимагає оперативного обслуговування на висоті 2 м і більше від відмітки підлоги приміщення, слід забезпечувати робочими майданчиками, захищеними поручнями, з постійними сходами. Застосовувати рухомі (наприклад, телескопічні) сходи не допускається. У зоні, в якій можливе дотикання персоналу до частин устаткування, що перебувають під напругою, майданчики, огорожі і сходи треба виконувати з вогнетривких матеріалів, настил робочого майданчика повинен мати покриття з діелектричного матеріалу, що не поширює горіння.

7.5.31. Насосно-акумуляторні та маслонапірні установки систем гідроприводу електротермічного устаткування, що містять 60 кг масла і більше, треба розташовувати в приміщеннях, у яких забезпечується аварійне видалення масла.

7.5.32. Застосовувані в електротермічних установках посудини, що працюють під тиском понад 70 кПа (0,7 кгс/см²), пристрої, що використовують стиснуті гази, а також компресорні установки мають відповідати вимогам чинних правил, затверджених Держгіртехнаглядом СРСР.

7.5.33. Гази з вихлопу вал $\sqrt{\sum_{i=1}^n S_{Ti}^2 / S_k} \leq 0,01$ реднього розрідження, як правило, треба видаляти назовні, виробничих та інших подібних приміщень не рекомендовано.

де B_{TI} - УСТАНОВКИ ДУГОВИХ ПЕЧЕЙ ПРЯМОЇ, Непрямої та комбінованої дії (РУДНОТЕРМІЧНІ ТА ФЕРОСПЛАВНІ) номінальна потужність пічного

7.5.34. Пічні трансформатори дугових сталеплавильних печей можна приєднувати до електричних мереж загального призначення без виконання спеціальних розрахунків на коливання напруги, якщо дотримується така умова:

трансформатора, $MВ \cdot A$;

S^{\wedge} - потужність КЗ «в загальній точці» (у місці приєднання установки дугових печей до електричних мереж загального призначення), $MВ \cdot A$;

n - число приєднаних установок дугових печей.

За невиконання цієї умови має бути перевіреном за допомогою розрахунку, що коливання напруги в «загальній точці», викликані роботою електропечей, не перевищують допустимих чинним стандартом значень.

Якщо вимоги стандарту не витримуються, то установки дугових сталеплавильних печей слід приєднувати до точки мережі з більшою потужністю КЗ або забезпечувати виконання заходів щодо зниження рівня коливань напруги (див. також 7.5.9); вибір варіанту - згідно з техніко-економічним обґрунтуванням.

7.5.35. На установках дугових печей, де можуть відбуватися експлуатаційні КЗ, треба вживати заходів щодо обмеження поштовхів струму, що викликаються цими КЗ.

На установках дугових сталеплавильних печей поштовхи струму експлуатаційних КЗ не мають перевищувати 3,5-кратного значення номінального струму.

Під час використання для обмеження струмів КЗ реакторів необхідно передбачати можливість їх шунтування в процесі плавлення, якщо не потрібна їх постійна робота згідно з прийнятою схемою.

7.5.36. Для пічних трансформаторів (пічних трансформаторних агрегатів) установок дугових печей треба передбачати такі види захисту:

1. Максимальний струмовий захист (від струмів КЗ) миттєвої дії, відрегульований за струмом від експлуатаційних КЗ і стрибків струмів під час вмикання установок для трансформаторів будь-якої потужності.

2. Захист від перевантаження трансформатора.

Для виконання цього захисту треба застосовувати максимальні струмові реле, в установках дугових сталеплавильних печей рекомендовано застосовувати реле з обмежено-залежною характеристикою.

Характеристики і витримки часу реле слід обирати з урахуванням швидкості дії автоматичних регуляторів підйому електродів печі, щоб експлуатаційні КЗ

усувалися підняттям електродів і пічний вимикач вимикався тільки за несправного регулятора. Захист від перевантаження має діяти з різними витримками часу на сигнал і на вимкнення.

3. Газовий захист пічних трансформаторів. Він має передбачатися для всіх установок печей з ударним навантаженням незалежно від їх потужності, для установок печей зі спокійним навантаженням - за наявності на пічному трансформаторі перемикача ступенів напруги під навантаженням, для решти установок - згідно з 3.2.53.

4. Захист від однофазних замикань на землю, якщо це потрібно за умовами роботи мережі з великими струмами замикання на землю.

5. Температурні покажчики з дією на сигнал після досягнення максимально допустимої температури і на вимкнення за II перевищення.

6. Покажчики циркуляції масла та води в системі охолодження пічного трансформатора з дією на сигнал у разі масловодяного охолодження пічного трансформатора з примусовою циркуляцією масла і води.

7.5.37. Установки дугових печей треба забезпечувати вимірювальними приладами для контролю активної та реактивної споживаної електроенергії, а також приладами для контролю за технологічним процесом.

Амперметри повинні мати відповідні перевантажувальні шкали.

На установках дугових руднотермічних печей з однофазними пічними трансформаторами треба установлювати прилади для вимірювання фазних струмів трансформатора, а також прилади для вимірювання і реєстрації струмів на електродах. На установках дугових сталеплавильних печей рекомендовано встановлювати прилади, що реєструють 30-хвилинний максимум навантаження.

7.5.38. У разі розташування дугових печей на робочих майданчиках вище за рівень підлоги цеху місце під майданчиками використовувати для розміщення іншого устаткування пічних установок (у тому числі пічних підстанцій).

7.5.39. Для унеможливлення замикань під час перепуску електродів руднотермічних і феросплавних печей крім ізоляційного покриття на робочій (перепускній) площадці (див. 7.5. 30) слід передбачати установку між електродами постійних розділових ізолювальних щитів.

УСТАНОВКИ ІНДУКЦІЙНІ ТА ДІЕЛЕКТРИЧНОГО НАГРІВАННЯ

7.5.40. Устаткування установок індукційних та діелектричного нагрівання з трансформаторами, двигун-генераторними, тиристорними та іонними перетворювачами або ламповими генераторами і конденсаторами можна встановлювати в окремих приміщеннях і безпосередньо в цеху в технологічному потоці виробництва категорій Г і Д за будівельними нормами і правилами; зазначені окремі приміщення повинні мати ступінь вогнестійкості, не нижчий II.

7.5.41. Для поліпшення використання трансформаторів і перетворювачів у контурах індукторів мають установлюватися конденсаторні батареї. Для полегшення настроювання в резонанс конденсаторні батареї в установках зі стабілізованою частотою слід поділяти на дві частини - постійно увімкнену і

регульовану.

7.5.42. Взаємне розташування елементів установок має забезпечувати найменшу довжину струмопроводів резонансних контурів з метою зменшення активного та індуктивного опорів.

7.5.43. Застосовувати кабелі зі сталеву бронюю і прокладати проводи в сталевих трубах для кіл з підвищеною - середньою частотою до 10 кГц допускається тільки в разі обов'язкового використання жил одного кабелю або проводів в одній трубі для прямого і зворотного напрямків струму. Застосовувати кабелі зі сталеву бронюю (за винятком спеціальних кабелів) і прокладати проводи в сталевих трубах для кіл із частотою понад 10 кГц не допускається.

Кабелі зі сталеву бронюю і проводи в сталевих трубах, що застосовуються в електричних колах промислової, підвищеної - середньої або зниженої частоти, треба прокладати так, щоб броня і труби не нагрівалися від зовнішнього електромагнітного поля.

7.5.44. Для захисту установок від пошкоджень у разі «проїдання» тигля індукційних печей та в разі порушення ізоляції мереж підвищеної - середньої та високої частот щодо корпусу (землі) рекомендовано улаштувати електричний захист із дією на сигнал або вимкнення.

7.5.45. Двигун-генератори установок частотою 8 кГц і більше слід забезпечувати обмежувачами неробочого ходу, що відключають збудження генератора під час тривалих пауз між робочими циклами, коли зупиняти двигуни-генератори недоцільно.

Для поліпшення завантаження за часом генераторів підвищеної - середньої та високої частот рекомендовано застосовувати режим «очікування» там, де це допускається за умовами технології.

7.5.46. Установки індукційні та діелектричного нагрівання високої частоти повинні мати екранувальні пристрої для зниження рівня напруженості електромагнітного поля на робочих місцях до значень, визначених відповідними чинними діючими санітарними правилами.

7.5.47. У сушильних камерах діелектричного нагрівання (високочастотних сушильних установок) із застосуванням вертикальних сітчастих електродів сітки з обох боків проходів слід заземлювати.

7.5.48. Двері блоків установок індукційних і діелектричного нагрівання високої частоти повинні мати блокування, за якого відкривати двері можна лише в разі вимкнення напруги всіх силових кіл.

7.5.49. Ширина робочих місць біля щитів керування має бути не меншою ніж

1,2 м, а біля нагрівальних пристроїв плавильних печей, нагрівальних індукторів (за індукційного нагрівання) і робочих конденсаторів (за діелектричного нагрівання) - не меншою ніж 0,8 м.

7.5.50. Двигун-генераторні перетворювачі частоти, що створюють шум вище 80 дБ, слід установлюватися в електромашинних приміщеннях, які забезпечують зниження шуму до рівнів, допустимих чинними санітарними нормами.

Для зменшення вібрації двигун-генераторів слід застосовувати віброгасні

пристрої, що забезпечують виконання вимог санітарних норм щодо рівня вібрації.

УСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОПЕЧЕЙ (ЕЛЕКТРОТЕРМІЧНИХ ПРИСТРОЇВ) ОПОРУ ПРЯМОЇ ТА НЕПРЯМОЇ ДІЇ

7.5.51. Пічні знижувальні та регулювальні сухі трансформатори (автотрансформатори), а також трансформатори з негорючою рідиною і панелі керування (якщо на них немає приладів, чутливих до електромагнітних полів) допускається встановлювати безпосередньо на конструкціях самих електропечей (електротермічних пристроїв) опору або безпосередньо близько від них.

Установки електротермічних пристроїв опору прямої дії слід приєднувати до електричної мережі через знижувальні трансформатори; автотрансформатори можуть використовуватися в них тільки як регулювальні, застосовувати їх як знижувальні автотрансформатори не допускається.

7.5.52. Ширина проходів навколо електропечей (електротермічних пристроїв) і відстані між ними, а також від них до щитів і шаф керування обирають залежно від технологічних особливостей установок і відповідно до вимог гл. 4.1.

Допускається встановлювати дві електропечі поряд без проходу між ними, якщо за умовами експлуатації в ньому немає необхідності.

7.5.53. Електричні апарати силових кіл і пірометричні прилади рекомендовано встановлювати на роздільних щитах. На прилади не мають впливати вібрації та удари під час роботи комутаційних апаратів.

У разі встановлення електропечей у виробничих приміщеннях, де мають місце вібрації або поштовхи, пірометричні та інші вимірювальні прилади слід монтувати на спеціальних амортизаторах або панелі щитів з такими приладами мають встановлювати в окремих щитових приміщеннях (приміщеннях КВПіА).

Установлювати панелі щитів КВПіА в окремих приміщеннях рекомендовано також у випадках, якщо виробничі приміщення запылені, вологі або сирі (див. 1.1.7, 1.1.811.1.11).

Не допускається встановлювати панелі щитів з пірометричними приладами (зокрема, з електронними потенціометрами) в місцях, де вони можуть піддаватися різким змінам температури (наприклад, біля в'їзних воріт цеху).

7.5.54. Спільне прокладання в одній трубі проводів пірометричних кіл і проводів контрольних або силових кіл, а також об'єднання зазначених кіл в одному контрольному кабелі не допускається.

7.5.55. Проводи пірометричних кіл рекомендовано приєднувати до приладів безпосередньо, не заводячи їх на збірки затискачів щитів керування.

Компенсаційні проводи пірометричних кіл від термопар до електричних приладів (зокрема до мілівольтметрів) мають бути екранованими від індукційних наведень і заземленими, а екрану вальний пристрій по всій

довжині має бути надійно з'єднаним у стиках.

7.5.56. Окінцювання проводів і кабелів, що присднуються безпосередньо до нагрівачів електропечей, слід виконувати опресовуванням наконечників, затискними контактними з'єднаннями, зварюванням або паянням твердим припоєм.

7.5.57. В установках електропечей опору потужністю 100 кВт і більше рекомендовано встановлювати амперметри по одному на кожен зону нагрівання. Для електропечей з керамічними нагрівачами слід встановлювати амперметри на кожен фазу.

7.5.58. Для установок електропечей опору потужністю 100 кВт і більше рекомендовано передбачати встановлення лічильників активної енергії (по одному на електропіч).

7.5.59. В установках електропечей опору побічної дії з ручним завантаженням електропечей, якщо за їх конструкції можливе випадкове дотикання обслуговуючого персоналу до нагрівачів, що знаходяться під напругою вище 42 В, слід застосовувати блокування, за якого відчиняти завантажувальні вікна можна лише в разі вимкнення електропечі.

7.5.60. В установках прямого нагрівання, що працюють за напруги вище 42 В змінного струму або вище 110 В постійного струму, робоча площадка, на якій знаходяться устаткування установки й обслуговуючий персонал, має бути ізолюваною від землі. Для установок безперервної дії, де під напругою знаходяться змотувальні і намотувальні пристрої, по периметру ізолюваної від землі робочої площадки треба встановлювати захисні сітки або стінки, що унеможливають викидання розмотуваної стрічки або дроту за межі майданчика (див. також 7.5.13). Крім того, такі установки треба забезпечувати пристроєм контролю ізоляції з дією на сигнал.

7.5.61. У разі застосування в установках прямого нагрівання рідинних контактів, що виділяють токсичну пару або перегони з різким запахом, треба забезпечувати герметичність контактних вузлів і надійне уловлювання пари та перегонів.

7.5.62. Струм витоку в установках прямого нагрівання має становити не більше ніж 0,2% номінального струму установки.

ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІ УСТАНОВКИ

7.5.63. Перетворювальні агрегати електронно-променевих установок, що присднуються до електричної мережі до 1 кВ, повинні мати захист від пробіїв ізоляції кінці нижчої напруги і електричної мережі, викликаних наведеними зарядами в первинних обмотках підвищувальних трансформаторів, а також захист від КЗ у вторинній обмотці.

7.5.64. Електронно-променеві установки повинні мати захист від рентгенівського випромінювання, що забезпечує повну радіаційну безпеку, за якої рівень випромінювання на робочих місцях не має перевищувати значень, що допускаються чинними нормативними документами для осіб, які не працюють із джерелами іонізуючих випромінювань.

Для захисту від комутаційних перенапруг перетворювальні агрегати треба обладнати розрядниками, що встановлюються з боку вищої напруги.

ГЛАВА 7.7 ТОРФ'ЯНІ ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ. ВИЗНАЧЕННЯ

7.7.1. Ця глава Правил поширюється на новоспоруджувані торф'яні електроустановки, що реконструюються і щорічно здаються в експлуатацію, до 10 кВ.

Електроустановки торф'яних електроустановок, крім вимог цієї глави, має відповідати вимогам розд. 1-6 тією мірою, якою вони не змінені цією главою.

7.7.2. Під торф'яними електроустановками в цих Правилах розуміють підстанції (стаціонарні та пересувні), повітряні та кабельні лінії електропередачі і приєднана до них електрична частина електрифікованих машин для підготовки торф'яних родовищ, видобутку, сушіння, збирання і вантаження торфу.

7.7.3. Територією торф'яного підприємства вважають територію, закріплену за підприємством, у межах його перспективного розвитку.

Територія торф'яного підприємства, за винятком робочих селищ, сіл і залізничних станцій, належить до ненаселеної місцевості.

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

7.7.4. Електричні мережі торф'яних електроустановок до 1 кВ і вище повинні мати ізольовану нейтраль. Допускається заземлювати нульові точки в колах вимірювання, сигналізації та захисту напругою до 1 кВ.

Розподільні мережі, до яких приєднано електроприймачі польових гаражів, залізничних станцій і роз'їздів, насосних станцій, а також електроприймачі, що не належать до торф'яних електроустановок, але розташовані на території торф'яних підприємств (електроприймачі селищ, майстерень, заводів з торфопере-роблення, перевантажувальних станцій), як правило, слід виконувати трифазними чотирипровідними з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

7.7.5. Приєднувати сторонній споживач до електричних мереж торф'яних електроустановок напругою понад 1 кВ з ізольованою нейтраллю допускається лише як виняток за узгодженням з керівництвом торф'яного підприємства і за умови, що сумарний смісний струм приєднання, включаючи відгалуження до електроустановки споживача, становить не більше ніж 0,5 А.

7.7.6. Електроприймачі торф'яних електроустановок щодо надійності електропостачання слід відносити до II категорії (див. гл. 1.2).

ЗАХИСТ

7.7.7. На підстанціях, від яких серед інших споживачів отримують живлення пересувні торф'яні електроустановки напругою, вищою 1 кВ, на кожній лінії, що відходить, треба встановлювати селективний захист, що

вимикає лінію в разі виникнення на ній однофазного замикання на землю. Має бути виконаним другий ступінь захисту, що діє в разі відмови селективного захисту лінії.

Як другий ступінь треба застосовувати захист від підвищення напруги нульової послідовності, що діє з витримкою часу 0,5-0,7 с на вимкнення секції або системи шин, трансформатора, підстанції в цілому.

7.7.8. Торф'яні електроустановки до 1 кВ, що одержують живлення від трансформатора з ізолюваною нейтраллю, повинні мати захист від замикання на землю з миттєвим вимкненням установки в разі однофазного замикання на землю.

ПІДСТАНЦІЇ

7.7.9. Стационарні трансформаторні підстанції (у тому числі стовпові), що застосовуються на ділянках видобутку торфу, мають складатися з комплектних блоків, що допускають багатократний монтаж і демонтаж. Ці підстанції повинні мати виконання для зовнішнього встановлення. Апаратуру до 1 кВ слід встановлювати в металевих шафах.

7.7.10. Територія стаціонарної трансформаторної підстанції (у тому числі шоглової) має бути захищеною огорожею заввишки 1,8-2 м. Огорожа може бути виконаною з колючого дроту.

Ворота огорожі треба забезпечувати замком. На них має бути розміщено застережливий плакат.

7.7.11. Пересувні трансформаторні підстанції та підстанції, що встановлюються на пересувних машинах, слід виконувати за спеціальними технічними умовами.

ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ

7.7.12. ПЛ торфових електроустановок допускається споруджувати на торф'яному покладі та у вироблених кар'єрах.

7.7.13. Для опор ПЛ з терміном служби до 5 років допускається застосовувати непросочений ліс хвойних порід. Діаметр опор ПЛ у верхньому відрубі повинен бути не меншим 14 см.

7.7.14. Вибирати перерізи проводів ПЛ до 10 кВ слід за допустимим тривалим струмом і допустимою втратою напруги.

Розрахункове значення втрати напруги в лінії з урахуванням живильного кабелю за нормального режиму роботи для найбільш віддаленого електроприймача допускається до 10% від номінальної напруги трансформаторів підстанції. Найбільше допустиме значення втрати напруги в лінії під час пуску короткозамкнутих електродвигунів не нормується і визначається можливістю пуску та надійністю роботи електродвигунів.

7.7.15. Спільне підвішування на загальних опорах проводів ПЛ до 1 кВ і проводів ПЛ вище 1 кВ допускається. При цьому відстань по вертикалі між точками підвісу проводів ПЛ до 1 кВ і проводів ПЛ понад 1 кВ має бути не меншою ніж

1,5 м. На всій довжині спільного підвішування для проводів ПЛ понад 1 кВ треба застосовувати подвійне кріплення.

7.7.16. Відстань від проводів ПЛ до 10 кВ до землі за найбільшої стріли провисання на території торф'яного підприємства, за винятком доріг і населеної місцевості, має бути не менше 5 м.

7.7.17. Для створення безпечного проїзду машин під проводами ПЛ без зняття напруги треба споруджувати спеціальні прогони зі збільшеною висотою підвішування проводів. При цьому відстань між нижчою точкою проводу і вищою частиною найбільш високої машини має бути не менше ніж 2м- для ПЛ до 10 кВ;

2,5 м - для ПЛ 20-35 кВ.

7.7.18. У разі проходження ПЛ до 10 кВ паралельно залізниці вузької колії відстань від основи опори до габариту наближення будівель має бути не меншою ніж висота опори, плюс 1 м.

На ділянках обмеженої траси відстань від основи опори ПЛ до 380 В, призначеної для освітлення під'їзних шляхів, до головки рейки має бути не менше 5 м.

7.7.19. У разі проходження ПЛ до 10 кВ паралельно переносній залізниці вузької колії відстань від основи опори ПЛ до головки рейки має бути не менше 5 м.

7.7.20. У разі проходження ПЛ до 10 кВ паралельно осі караванів або польових штабелів торфу відстань від основи опори до основи каравану або штабеля за повного їх габариту має бути не менше ніж 4 м.

7.7.21. У разі проходження ПЛ до 10 кВ поблизу металевого надземного трубопроводу відстань від опор ПЛ до трубопроводу має бути не менше 8 м. Допускається зменшувати цю відстань до 3 м за умови, що на фланцях трубопроводу буде встановлено кожухи або козирки.

7.7.22. У разі проходження ПЛ до 10 кВ паралельно дерев'яному трубопроводу відстань від опор ПЛ до трубопроводу має бути не менше ніж 15 м.

У разі перетину ПЛ з дерев'яним трубопроводом треба встановлювати над трубопроводом суцільні сталеві кожухи. При цьому відстань від незакритої кожухом частини трубопроводу до проекції проводів ПЛ має бути не менше ніж 15 м.

7.7.23. На відгалуженнях завдовжки понад 1 км ПЛ вище 1 кВ, а також перед стаціонарними установками (насосні низького тиску тощо) треба встановлювати роз'єднувачі.

7.7.24. Відстань від проводів вводу ПЛ, що живить пересувну електроустановку до 10 кВ, до землі має бути не менше ніж 3 м. Прохід під проводами вводу має бути захищеним.

КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ

7.7.25. У разі прокладання кабельних ліній у землі захист їх від механічних пошкоджень не обов'язковий, за винятком захисту в місцях перетинів із залізницями і шосейними дорогами, а також у місцях інтенсивного руху торфових машин.

7.7.26. Для переносних кабельних ліній треба застосовувати спеціальні

гнучкі кабелі, призначені для роботи у важких умовах.

7.7.27. Перерізи гнучких кабелів вибирають за допустимим тривалим струмом і допустимою втратою напруги.

7.7.28. Переносні кабельні лінії до 10 кВ, що живлять електроенергією машини, які безперервно рухаються або періодично пересуваються протягом одного сезону, можна укладати безпосередньо на поверхні покладу. При цьому біля кабельних ліній вище 1 кВ треба установлювати застережливі плакати.

7.7.29. Приєднувати гнучкий кабель до пересувної установки слід за допомогою пристрою, що розвантажує контактні затискачі від натягу кабелю і забезпечує допустимий радіус вигину кабелю.

7.7.30. Приєднувати переносну кабельну лінію до ПЛ слід за допомогою роз'єднувальних пристроїв. Висота встановлення незахищених струмовідних частин роз'єднувального пристрою від землі має бути не меншою ніж 5 м для лінійних пристроїв, 3,5 м для роз'ємних і переносних пристроїв. Роз'єднувальні пристрої повинні виготовляти за спеціальними технічними умовами.

7.7.31. Для приєднання кабельних ліній до ПЛ до 1 кВ рекомендовано застосовувати рубильники і встромлювальні контактні з'єднання, установлені на опорах ПЛ на доступній висоті. Рубильник і розетка, установлені на опорі, треба розташовувати в шафі, що замикається. Металеві частини зазначеного устаткування, що нормально не перебувають під напругою, треба заземлювати.

ЕЛЕКТРОДВИГУНИ, КОМУТАЦІЙНІ АПАРАТИ

7.7.32. Комутаційні апарати електродвигунів вище 1 кВ треба розміщувати в металевих шафах.

7.7.33. Комутаційні пристрої електродвигунів вище 1 кВ повинні мати блокування, що не допускає:

- вимкнення роз'єднувача під навантаженням;
- увімкнення роз'єднувача за увімкненого пускового апарата;
- відкриття шафи за увімкненого роз'єднувача;
- увімкнення роз'єднувача за відкритої шафи.

7.7.34. Перед вимикачами і запобіжниками понад 1 кВ слід установлювати роз'єднувачі.

За наявності роз'ємних контактних з'єднань, за допомогою яких кабель, що живить установку електроенергією, приєднується до ВЛ, установлювати додатковий роз'єднувача не обов'язково.

У разі застосування накидних затисків роз'єднувача необхідно встановлювати додатковий перед трансформатором з боку подавання електроенергії, а також перед пристроєм, що має трансформатор напруги.

7.7.35. Пуск електродвигуна, приєданого до окремого трансформатора, допускається виконувати за допомогою пускового пристрою, установленного з боку вищої напруги трансформатора, без установлення комутаційних апаратів між електродвигуном і трансформатором.

7.7.36. На комутаційних пристроях електродвигунів вище 1 кВ установлення вольтметрів і амперметрів обов'язкове. Під час встановлення на одному агрегаті декількох електродвигунів понад 1 кВ передбачають один вольтметр на всю групу електродвигунів.

7.7.37. Перетин кабелю, що сполучає комутаційний апарат з електродвигуном, вибирають за допустимим тривалим струмом; перевіряти його по струму КЗ не потрібно.

7.7.38. Для електродвигунів у момент увімкнення допускається таке значення втрати напруги, яка забезпечує необхідний пусковий момент, якщо при цьому не порушується режим роботи інших електроприймачів.

Допускається прямий пуск електродвигунів потужністю, що не перевищує 90% від потужностей трансформатора.

ЗАЗЕМЛЕННЯ

7.7.39. Опір заземлювального пристрою Д, Ом, пересувних торф'яних електроустановок понад 1 кВ до 10 кВ, приєднаних до електричних мереж з ізольованою нейтраллю, має бути:

$$Я < 40//,$$

де/- струм однофазного замикання на землю, А.

7.7.40. Опір заземлення торф'яних електроустановок до 1 кВ, приєднаних до мереж з ізольованою нейтраллю, має бути не більше 30 Ом.

7.7.41. Заземлювати пересувні та самохідні машини треба переносними заземлювачами, що встановлюються безпосередньо біля машин, або через заземлювальну жилу живильного кабелю, що приєднується до переносних заземлювачів біля опори ПЛ або до заземлювачів підстанції.

7.7.42. Як переносні заземлювачі рекомендовано застосовувати стрижньові електроди завдовжки не менше ніж 2,5 м, занурювані вертикально в поклади на глибину, не меншу 2 м. Кількість електродів має бути не менше ніж три.

ПРИЙМАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК В ЕКСПЛУАТАЦІЮ

7.7.43. Приймати в експлуатацію електроустановки торф'яних підприємств слід відповідно до «Правил технічної експлуатації торф'яних підприємств».

**ПРАВИЛА БУДОВИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК.
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УСТАНОВОК
НПАОП 40.1-1.32-01**



МІНІСТЕРСТВО ПРАЦІ ТА СОЦІАЛЬНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

НАКАЗ

червня 2001 р.

№ 272 м.

21
Київ

**Про затвердження «Правил будови електроустановок.
Електрообладнання спеціальних установок»**

Відповідно до Положення про Міністерство праці та соціальної політики України, затвердженого Указом Президента України від 30.08.2000 р. № 1035/2000, і на підставі протокольного рішення редакційної комісії, створеної наказом Держнаглядохоронпраці від 05.04.2001 р. № 47,

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

2. Наказ ввести в дію з 1 січня 2002 року.

3. Голові Державного департаменту з нагляду за охороною праці (Сторчаку С.О.):

-вжити заходів по вивченню вимог Правил державними інспекторами, іншими посадовими особами Держнаглядохоронпраці, експертами Експертно-технічних центрів, працівниками підприємств, установ, організацій;

- забезпечити систематичний контроль за виконанням вимог цих Правил;

- включити Правила до Державного реєстру ДНАОП і в банк даних автоматизованого інформаційного фонду нормативних актів про охорону праці;

- забезпечити вчасне видання Правил.

4. З введенням в дію цих Правил вважати такими, що втратили чинність на території України глави 5.4, 5.5, 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.6 «Правил устроювання електроустановок», 1987, затверджених Міненерго СРСР 06.07.84.

5. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Солдатенка М.О.

Міністр

І. Сахань

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Наказ Міністерства праці та
соціальної політики України
від 21.06.2001 р. № 272

ПРАВИЛА **БУДОВИ**
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК.
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ
УСТАНОВОК

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

1.1.1. Вимоги Правил поширюються на електрообладнання спеціальних електроустановок напругою до 10 кВ будинків та споруд, які будуються або реконструюються в Україні, а саме: електроустановки житлових, громадських, адміністративних та побутових будинків; будинків і споруд фізкультурно-оздоровчих, спортивних і культурно-видовищних, закладів дозвілля та культових; електроустановки у вибухонебезпечних та пожежонебезпечних зонах; електроустановки вантажопідіймальних машин (кранів), ліфтів; електрозварювальні установки та установки електричного кабельного обігрівання.

1.1.2. Вимоги цих Правил поширюються на всі підприємства та організації незалежно від форм власності на засоби виробництва.

1.2. СКОРОЧЕННЯ, ТЕРМІНИ, ВИЗНАЧЕННЯ

Скорочення, терміни	Визначення
1	2
ТИ-Б система заземлення	Нульовий робочий та нульовий захисний провідники працюють окремо в усій системі
ТИ-С-в система	Функції нульового робочого та нульового захисного провідників об'єднані в одному провідникові в частині
ТБ-С система заземлення	Функції нульового робочого та нульового захисного провідників об'єднані в одному провідникові в усій мережі
ІТ - система заземлення	Мережа живлення системи ІТ не має безпосередньо зв'язку струмовідних частин з землею, а відкриті струмопровідні частин електроустановки заземлені

1	2
L	Фазний провідник
N	Нульовий робочий провідник
PE	Нульовий захисний провідник
PEN	Об'єднаний нульовий робочий та захисний провідник
ПЗВ	Пристрій захисного вимикання, що реагує на диференціальний струм
ПЛ	Повітряна лінія електропередачі
Аварійне освітлення	Освітлення, яке призначене для продовження роботи під час аварійного відключення робочого освітлення
Зрівнювання потенціалів	Для зрівнювання потенціалів у тих приміщеннях та зовнішніх установках, в яких застосовується заземлення або занулення, будівельні і виробничі металеві конструкції, стаціонарно прокладені трубопроводи всіх призначень, металеві корпуси технологічного обладнання, підкранові і залізничні колії тощо повинні бути приєднані до мережі

1.3. НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

ДСТУ 2456-94	Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки
ДСТУ 3552-97	Ліфти пасажирські та вантажні. Терміни та визначення
ДСТУ 3761.2-98	Зварювання та споріднені процеси. Частина 2. Процеси зварювання та паяння. Терміни та визначення
ДСТУ 3761.3-98	Зварювання та споріднені процеси. Частина 3. Зварювання металів: з'єднання та шви, технологія, матеріали та устаткування. Терміни та визначення
ДСТУ БВ.2.7-19-95	Будівельні матеріали. Методи випробування на
ГОСТ 2.721-74	ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах
ГОСТ 12.1.004-91	ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования
ГОСТ 12.1.011-78	ССБТ. Смеси взрывоопасные. Классификация и методы испытаний
ГОСТ 12.1.018-93	ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования
ГОСТ 12.1.038-82	ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов
ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84)	ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.2.007.8-75	ССБТ. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности
ГОСТ 12.2.021-76	ССБТ. Электрооборудование взрывозащищенное. Порядок согласования технической документации, проведения испытаний, выдача заключений и

ГОСТ 12.3.003-86	ССБТ. Работы электросварочные. Требования
ГОСТ 12.3.005-75	ССБТ. Работы окрасочные. Общие требования
ГОСТ 12.4.124-83	ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования
ГОСТ 3262-75	Трубы стальные водогазопроводные. Технические условия
ГОСТ 12176-89 (МЭК 332-3-82)	Кабели, провода и шнуры. Методы проверки на нераспространение горения
ГОСТ 13109-97	Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения
ГОСТ 14254-96 (МЭК 529-89)	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками. Код IP
ГОСТ 17494-87 (МЭК 34-5-81)	Машины электрические вращающиеся. Классификация степеней защиты, обеспечиваемых оболочками вращающихся электрических машин
ГОСТ 17677-82 (МЭК 598-1 -86, МЭК 598-2-1-79, МЭК 598-2-2-79, МЭК 598-2-4-79, МЭК 598-2-19-81)	Светильники. Общие технические условия
ГОСТ 22782.0-81	Электрооборудование взрывозащищенное. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22782.1-77	Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Масляное заполнение оболочки». Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22782.2-77	Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Кварцевое заполнение оболочки». Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22782.3-77	Электрооборудование взрывозащищенное со специальным видом взрывозащиты. Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22782.4-78	Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Заполнение или продувка оболочки под избыточным давлением». Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22782.5-78	Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Искробезопасная электрическая цепь». Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22782.6-81	Электрооборудование взрывозащищенное с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка». Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 22682.7-81	Электрооборудование взрывозащищенное с защитой вида «е». Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 25546-82	Краны грузоподъемные. Режимы работы

ГОСТ 28779-90 (МЭК 707-81)	Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения воспламеняемости под воздействием источника зажигания
ГОСТ 30331.2-95 (МЭК 364-3-93)	Электроустановки зданий. Часть 3. Основные характеристики
ГОСТ 30331.3-95 (МЭК 364-4-41-92)	Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражения электрическим током
ДБН 79-92	Житлові будинки для індивідуальних забудовників України
ДБНВ.2.2-9-99	Громадські будинки та споруди. Основні положення
СНиП 2.01.02-85	Противопожарные нормы
СниП 2.08.01 -89	Жилые здания
СНиП 2.09.02-85	Производственные здания
СниП 2.09.04-87	Административные и бытовые здания
СниП И-4-79	Естественное и искусственное освещение
СНиП II-89-80	Генеральные планы промышленных предприятий
СНиП 2.04.05-91.У	Отопление, вентиляция, кондиционирование
РДЗ4.21.122-87	Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений
НАПБ А.01.001-95	Правила пожарной безопасности в Україні
НАПБ В.05.003-74/ 112-74	Типовая инструкция о порядке проведения сварочных и других огневых работ на взрывоопасных и взрывопожароопасных объектах нефтяной промышленности
ДНАОП 0-1.03-93	Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів
ДНАОП 0.00-1.02-99	Правила будови і безпечної експлуатації ліфтів
ДНАОП 0.00-1.21-98	Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів
ДНАОП 0.00-1.29-97	Правила захисту від статичної електрики
ПУЭ-85	Правила устройства электроустановок, утвержденные Минэнерго СССР 06.07.84
ОНТП 24-86	Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности

2. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЖИТЛОВИХ, ГРОМАДСЬКИХ, АДМІНІСТРАТИВНИХ ТА ПОБУТОВИХ БУДИНКІВ

2.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

2.1.1. Цей розділ Правил поширюється на електроустановки: житлових будинків, перелічених у СНиП 2.08.01 та ДБН 79; громадських будинків та споруд, перелічених у ДБН В.2.2-9 (за винятком будинків та споруд, перелічених в розділі 3); адміністративних і побутових будинків, перелічених у СНиП 2.09.04. Під словом «будинки» маються на увазі всі типи будинків, на які поширюються вимоги розділу.

Електроустановки житлових, громадських, адміністративних та побутових будинків

Вимоги цього розділу не поширюються на спеціальні електроустановки в лікувально-профілактичних закладах, організаціях і установах науки та наукового обслуговування, на системи диспетчеризації та зв'язку, а також на електроустановки, які за своїм характером повинні бути віднесені до електроустановок промислових підприємств (майстерні, котельні, теплові пункти, насосні, фабрики хімічистки, фабрики-пральні, криті автостоянки, гаражі, приміщення дизель-генераторів тощо).

До електроустановок унікальних будівель можуть установлюватися додаткові вимоги.

2.1.2. Електроустановки будинків, окрім вимог цього розділу, повинні задовольняти вимоги розділів 1-6 ПУЕ в тій мірі, в якій вони не змінені даним розділом.

2.2. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

2.2.1. Головний розподільний щит (надалі - ГРЩ) - це щит, через який забезпечується живлення електроенергією всього будинку або його відокремленої частини. Роль ГРЩ може виконувати ввідно-розподільний пристрій (надалі - ВРП) або щит низької напруги підстанції.

2.2.2. Ввідний пристрій (надалі - ВП) - сукупність конструкцій, апаратів і приладів, які встановлюються на вводі лінії живлення в будинок або в його відокремлену частину і живляться від ГРЩ.

2.2.3. Ввідно-розподільний пристрій - ввідний пристрій, який містить у собі також апарати і прилади на відхідних лініях.

2.2.4. Груповий щиток - пристрій, у якому встановлені апарати захисту та комутаційні апарати (або тільки апарати захисту) для окремих груп світильників, штепсельних розеток та стаціонарних електроприймачів.

2.2.5. Квартирний щиток - груповий щиток, установлений у квартирі і призначений для присіднання мережі, від якої живляться світильники, штепсельні розетки та стаціонарні електроприймачі квартири.

2.2.6. Поверховий розподільний щиток - щиток, установлений на поверхах житлових будинків і призначений для живлення квартир або квартирних щитків.

2.2.7. Електрощитове приміщення (надалі - ЕП) - приміщення або його відгороджена частина, доступна тільки для кваліфікованого обслуговуючого персоналу, де встановлюються ГРЩ, ВРП, ВП та інші розподільні пристрої.

2.2.8. Мережа живлення - мережа від розподільного пристрою підстанції або відгалуження від повітряних ліній електропередачі до ВП, ВРП, ГРЩ.

2.2.9. Розподільна мережа - мережа від ВП, ВРП, ГРЩ до розподільних пристроїв та щитків.

2.2.10. Групова мережа - мережа від щитків і розподільних пристроїв до світильників, штепсельних розеток та інших електроприймачів.

2.3. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.3.1. Електропостачання електроприймачів повинно виконуватися від мережі з глухозаземленою нейтраллю 380/220 В з системою заземлення TN-S або TN-C-S.

Під час реконструкції житлових і громадських будинків, що мають напругу мережі 220/127 В або 3x220 В, слід передбачати переведення мережі на

напругу 380/220В з системою заземлення TN-S або TN-C-S.

2.3.2. Зовнішнє електропостачання будівель має задовольняти вимоги глави

1.2. ПУЕ.

2.3.3. У житлових будинках, спальних корпусах різних установ, школах та інших навчальних закладах не допускається розміщення вбудованих і прибудованих трансформаторних підстанцій (далі - ТП).

В інших громадських, адміністративних та побутових будинках допускається розташовувати вбудовані або прибудовані підстанції за умов використання сухих трансформаторів, які слід встановлювати на амортизаторах.

Улаштування і розміщення вбудованих, прибудованих або окремо збудованих ТП повинно виконуватися відповідно до вимог розділу 4 ПУЕ.

2.3.4. Живлення силових та освітлювальних електроприймачів рекомендується виконувати від одних і тих самих трансформаторів.

2.3.5. Розміщення і компонування ТП повинні передбачати можливість цілодобового безперешкодного доступу до них персоналу електропостачальної організації.

2.3.6. Живлення аварійного та евакуаційного освітлення повинно виконуватись відповідно до вимог глави 6.1 ПУЕ і СНиП II-4.

2.3.7. Електричні мережі будинків повинні бути розраховані на живлення будинку та освітлення реклам, вітрин, фасадів, ілюмінації, зовнішнього освітлення, а також живлення протипожежних пристроїв, систем диспетчеризації, локальних телевізійних мереж, сигналізації загазованості, світлових покажчиків пожежних гідрантів та інших знаків безпеки, звукової та іншої сигналізації, вогнів світлового огороження тощо відповідно до завдання на проектування.

2.3.8. Для живлення однофазних споживачів від багатофазної розподільної мережі допускається різним групам однофазних споживачів мати спільні N- і РЕ-провідники (п'ятипровідна мережа), прокладені безпосередньо від ВРП. Об'єднання N- і РЕ-провідників (чотирипровідна мережа з PEN-провідником) не допускається.

У разі живлення однофазних споживачів від багатофазної мережі відгалуженням від повітряних ліній, коли PEN-провідник повітряної лінії є загальним для груп однофазних споживачів, які живляться від різних фаз, рекомендується передбачати захисне вимкнення споживачів при перевищенні допустимого рівня напруги, що виникає через асиметрію навантаження після обриву PEN-провідника, N- або спільного PEN. Вимкнення слід виконувати на вводі в будинок, наприклад, впливом на незалежний розчіплювач ввідного автоматичного вимикача з допомогою реле контролю напруги. У цих випадках необхідно передбачати вимкнення як фазного L, так і нульового робочого N-провідників.

Під час вибирання апаратів та приладів, які встановлюються на вводі, перевага за іншими рівними умовами має надаватися апаратам та приладам, що зберігають роботоздатність при перевищенні напруги понад дозволена, яка виникла через несиметрію навантаження в разі обривання PEN- або N-провідника. При цьому їх комутаційні та інші робочі характеристики можуть

Електроустановки житлових, громадських, адміністративних та побутових будинків

не виконуватись.

У всіх випадках забороняється в колах РЕ-і PEN-провідників мати комутаційні контактні і безконтактні елементи. Допускаються з'єднання, які можуть розбиратися з допомогою інструмента, а також спеціально призначені для цієї мети з'єднувачі.

2.4. ВВІДНІ ПРИСТРОЇ, РОЗПОДІЛЬНІ ЩИТИ, ГРУПОВІ ЩИТКИ

2.4.1. На вводі в будинок повинно бути встановлено один або декілька ВП або ВРП.

За наявності в будинку декількох споживачів, які у своїх господарських відносинах функціонально не пов'язані, у кожного з них рекомендується встановлювати самостійні ВП або ВРП.

Від ВРП допускається також живлення споживачів, розміщених в інших будинках за умови, що ці споживачі мають єдину балансову належність.

У разі повітряного вводу мають бути встановлені обмежувачі імпульсних перенапруг.

2.4.2. Перед вводами в будинки не дозволяється встановлювати додаткові кабельні ящики для розподілу сфери обслуговування зовнішніх мереж живлення та мереж усередині будинку. Такий розподіл повинен бути виконаний у ВП або ГРЩ.

2.4.3. На ВП, ВРП, ГРЩ апарати захисту мають бути встановлені на вводах ліній живлення і на всіх лініях, що відходять від них.

2.4.4. На вводі мережі живлення у ВП, ВРП, ГРЩ слід установлювати апарати керування. На лініях, що відходять від них, апарати керування можуть бути встановлені або на кожній лінії, або бути спільними для декількох ліній.

Автоматичний вимикач слід розглядати як апарат захисту і керування.

2.4.5. Апарати керування незалежно від їх наявності на початку лінії живлення повинні бути встановлені на вводах ліній живлення в торгових приміщеннях, комунальних підприємствах, адміністративних приміщеннях тощо, а також у приміщеннях споживачів, які у своїх господарських відносинах функціонально не пов'язані.

2.4.6. Поверховий щиток повинен установлюватися у поверховому коридорі чи на сходовій площадці на відстані не більше 3 м по довжині електропроводки від стояка живлення з урахуванням вимог глави 3.1 ПУЕ і ГОСТ 30331.9.

2.4.7. ВП, ВРП, ГРЩ, як правило, слід установлювати в ЕП. У районах можливого затоплення вони повинні встановлюватися вище рівня затоплення.

ВП, ВРП, ГРЩ можуть розміщуватися в приміщеннях сухих підвалів, які призначені для експлуатації за умови, що ці приміщення доступні для обслуговуючого персоналу та відділені від інших приміщень перегородками з ступенем вогнестійкості не менше ніж 0,75 годин.

У разі розміщення ВП, ВРП, ГРЩ і групових щитків поза ЕП вони повинні встановлюватися в зручних і доступних для обслуговування місцях, у шафах із ступенями захисту оболонки заГОСТ 14254 не нижче IP31. У цих випадках відстань від трубопроводів (водопровід, опалення, каналізація, внутрішні водостоки) повинна бути не менше 0,5 м, а від газопроводів і газових лічильників - не менше 1 м.

2.4.8. ЕП, а також ВП, ВРП, ГРЩ не допускається розміщувати під санвузлами, ванними кімнатами, душовими, кухнями (окрім кухонь квартир), мийками, мийними і парильними приміщеннями лазень та іншими приміщеннями з мокрими технологічними процесами.

Прокладання через щитові приміщення трубопроводів (водопровід, опалення, каналізація, внутрішній водостік) не рекомендується.

Трубопроводи (водопровід, опалення), вентиляційні та інші короби, що прокладаються через щитове приміщення, не повинні мати відгалужень у межах приміщення (за винятком відгалуження до приладу опалення самого БП), а також люків, засувок, фланців, вентилів тощо.

Забороняється прокладання через ці приміщення газопроводів і трубопроводів з горючими рідинами.

Двері БП повинні відчинятися назовні.

2.4.9. Приміщення, в яких установлюються ВРП, ГРЩ, повинні мати природну вентиляцію, електричне освітлення. У приміщеннях температура має бути не нижче +5 °С.

2.4.10. Електричні кола в межах ВП, ВРП, ГРЩ та групових щитків слід виконувати проводами з мідними жилами та шинами - мідними або алюмінієвими.

2.5. ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ ТА КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ

2.5.1. Внутрішні електропроводки слід виконувати з урахуванням таких вимог:

- електроустановки різних організацій, відокремлених в адміністративно-господарському відношенні і розміщені в одному будинку, можуть бути приєднані відгалуженнями до загальної лінії живлення або живитися окремими лініями від ВРП або ГРЩ;

- допускається приєднувати декілька стояків до окремої лінії. На відгалуженнях до кожного стояка, який живить квартири житлових будинків, що мають більше п'яти поверхів, слід установлювати апарат керування, спільний з апаратом захисту;

- у житлових будинках світильники сходових кліток, вестибюлів, холів, поверхових коридорів та інших внутрішніх приміщень, які розміщуються поза квартирами, повинні живитися окремими лініями від ВРП або від окремих групових щитків, які живляться від ВРП. Приєднання цих світильників до поверхових і квартирних щитків не допускається;

- для сходових кліток та коридорів, що мають природне освітлення, рекомендується передбачати автоматичне або диспетчерське керування електричним освітленням з урахуванням природного освітлення;

- живлення електроустановок нежитлового фонду рекомендується виконувати окремими лініями.

2.5.2. Захист усіх електричних мереж слід виконувати відповідно до вимог глави 3.1. ПУЕ.

2.5.3. У будинках слід застосовувати кабелі і проводи з мідними жилами. У житлових будинках найменший допустимий переріз мідних провідників повинен відповідати таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Найменші допустимі перерізи кабелів і проводів електричних мереж у житлових будинках

Найменування мереж	Найменший переріз кабелів і проводів з мідними жилами, мм ²
Групова	1,5
Розподільна до квартирних щитків електророзподільників	2,5
Розподільна (стояки) для живлення квартир	4

Мережі живлення та розподільні мережі допускається виконувати кабелями і проводами з алюмінієвими жилами, якщо їх розрахунковий переріз дорівнює 16 мм² і більше.

Живлення окремих електроприймачів, які належать до інженерного устаткування будинків (насоси, вентилятори, калорифери, установки кондиціонування повітря та ін.)> можуть виконуватися кабелем з алюмінієвими жилами перерізом не менше 2,5 мм².

2.5.4. У житлових будинках прокладання вертикальних ділянок розподільної мережі повинно виконуватися по сходових клітках приховано (у каналах, трубах, коробах відповідно до вимог НАПБ А 01.001). Забороняється прокладання вертикальних ділянок загальнобудинкової розподільної мережі всередині квартир.

Допускається прокладання проводів і кабелів ліній живлення квартир разом з проводами і кабелями групових ліній робочого освітлення сходових кліток, поверхових коридорів та інших приміщень усередині будинків у загальній трубі, загальному коробі або каналі із негорючих або важкогорючих будівельних конструкцій з помірно димоутворювальною здатністю за ГОСТ 12.1.044.

Мережу від поверхового розподільного щитка до квартири слід виконувати в окремій трубі або каналі, тобто окремо від групової мережі інших квартир.

Допускається прокладати до 12 проводів групових мереж квартир житлових будинків в одному каналі на заміну вимог пункту 2.1.15 ПУЕ.

2.5.5. У всіх будинках лінії групової мережі, що прокладаються від групових, поверхових і квартирних щитків до світильників загального освітлення, штепсельних розеток і стаціонарних електроприймачів, повинні виконуватися трипровідними (фазний - Б-, нульовий робочий - БІ- і нульовий захисний - РЕ-провідники). Забороняється об'єднання нульових робочих і нульових захисних провідників різних групових ліній. Нульовий робочий і нульовий захисний провідники не дозволяється підключати на щитках під спільний контактний затискач.

Переріз РЕ-провідників повинен відповідати вимогам пункту 2.5.15.

2.5.6. Електропроводку в приміщеннях слід виконувати із можливістю заміни: приховано - в каналах будівельних конструкцій, замонолічених трубах; відкрито - в електротехнічних плінтусах, коробах тощо.

На технічних поверххах, у підпідлогових просторах, підвалах, які не опалюються, горищах, вентиляційних камерах, вологих та особливо вологих приміщеннях електропроводку рекомендується виконувати відкритою.

Для техніко-економічної доцільності горизонтальні і вертикальні ділянки

розподільних мереж, які мають численні відгалуження, рекомендується виконувати шинпроводами (див. пункт 2.2.20 ПУЕ).

Допускається в будинках, конструкції яких виготовлені із негорючих будівельних матеріалів згідно з ДСТУ Б В.2.7-19, прокладати групові мережі кабелем або ізольованими проводами в захисній оболонці без можливості їх заміни в борознах стін, перегородках, перекриттях, під штукатуркою, у шарі підготовки підлоги або в порожнинах будівельних конструкцій.

Допускається в адміністративних та побутових будинках під час їх реконструкції застосовувати відкриту електропроводку в пластмасових коробах із важкогорючих матеріалів з помірною димоутворювальною здатністю відповідно до ГОСТ 12.1.044.

Не дозволяється прокладання проводів без можливості їх заміни в панелях стін, перегородках та перекриттях, які виконані на заводах будіндустрії, або в монтажних стиках панелей під час монтажу будинків.

2.5.7. Електричні мережі, які прокладаються за непрохідними підвісними стелями і в перегородках, розглядаються, як приховані електропроводки і їх слід виконувати: за стелями і в пустотах перегородок із горючих матеріалів згідно з ДСТУ Б В.2.7-19 - в металевих, які мають локалізуючі властивості, і в закритих коробах; за стелями і в перегородках із негорючих матеріалів - у трубах, гнучких рукавах, коробах із негорючих чи важкогорючих матеріалів або горючих групи горючості Г1 згідно з ДСТУ Б В.2.7-19, а також кабелями, які мають оболонки з матеріалів з помірною димоутворювальною здатністю за ГОСТ 12.1.044. Також повинна бути забезпечена можливість заміни проводів і кабелів.

Примітка. Під підвісними стелями із негорючих матеріалів розуміють такі стелі, які виконані із негорючих матеріалів. Інші будівельні конструкції, що розташовані над підвісними стелями, включаючи міжповерхові перекриття, також виконані із негорючих матеріалів.

2.5.8. Відкрите прокладання кабелів допускається в приміщеннях для приготування і приймання їжі за винятком кухонь квартир. Відкрите прокладання проводів у цих приміщеннях не дозволяється.

У кухнях квартир слід застосовувати такі самі види електропроводок, що і у житлових кімнатах і коридорах.

2.5.9. У ванних кімнатах, санвузлах, душових, як правило, повинна застосовуватися прихована електропроводка. Допускається відкрите прокладання кабелів.

У саунах для зон 3 і 4 згідно з додатком 1 електропроводка повинна витримувати температуру не нижче ніж +170 °С.

У саунах, ванних кімнатах, санвузлах, душових не допускається прокладання проводів з металевими оболонками, у металевих трубах і металевих рукавах.

2.5.10. Електропроводка на горищах повинна виконуватися відповідно до вимог розділу 2 ПУЕ та НАПБ А 01.001.

2.5.11. Прокладання проводів і кабелів по горючих основах (конструкціях, деталях) повинно виконуватися захищеним (у трубах, коробах).

Допускається відкрите прокладання на відстані від горючих основ не менше ніж 10 мм.

У разі неможливості забезпечення вказаної відстані слід відокремлювати кабель або провід від горючої поверхні шаром негорючого матеріалу, який виступає з кожного боку проводу (кабеля) не менше ніж на 10 мм.

Електроустановки житлових, громадських, адміністративних та побутових будинків

2.5.12. Через підвали і технічні підпідлогові простори секцій будинку допускається прокладання силових кабелів напругою до 1000 В, які живлять електроприймачі інших секцій будинку. Такі кабелі не розглядаються як транзитні, прокладання яких через підвали і технічні підпідлогові простори будинку забороняється.

2.5.13. Забороняється відкрите прокладання транзитних кабелів і проводів через комори і складські приміщення.

2.5.14. Лінії, які живлять холодильні установки підприємств торгівлі громадського харчування, повинні бути прокладені від ВРП або ГРЩ цих підприємств.

2.5.15. Вибір перерізу провідників слід виконувати згідно з вимогами відповідних глав ПУЕ.

Однофазні дво- і трипровідні лінії, а також трифазні, чотири- і п'ятипровідні лінії, що живлять однофазні електроприймачі, повинні мати переріз нульових робочих БТ-провідників, який дорівнює перерізу фазних провідників.

Трифазні, чотири- і п'ятипровідні лінії, які живлять трифазні електроприймачі навантаження, повинні мати переріз нульових робочих К-провідників, який дорівнює перерізу фазних провідників до 16 мм² по міді і 25 мм² по алюмінію, а при більшому перерізі - не менше 50% перерізу фазних провідників.

Переріз РЕИ-провідників повинен бути не менше перерізу И-провідників і не менше 10 мм² по міді і 16 мм² по алюмінію незалежно від перерізу фазних провідників.

Переріз РЕ-провідників повинен дорівнювати перерізу фазних до 16 мм² та 16 мм² - при перерізі фазних провідників від 16 до 35 мм² і 50% перерізу фазних провідників при більших перерізах.

Переріз РЕ-провідників, які не входять до складу кабелів, повинен бути не менше 2,5 мм² за наявності механічного захисту і 4 мм² - за його відсутності.

2.6. ВНУТРІШНЄ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

2.6.1. Електродвигуни, що обслуговують загальнобудинкові установки (насоси, вентилятори, ліфти тощо), а також їхні захисні і пускові апарати повинні бути доступні тільки для обслуговуючого персоналу. Винятком є кнопки керування ліфтами, протипожежними пристроями і вентиляцією. Пускові апарати керування електродвигунами рекомендується розміщувати в зручних для обслуговування місцях з дотриманням вимог, наведених у главі 5.3 ПУЕ.

2.6.2. Протипожежні пристрої, сигналізація загазованості і охоронна незалежно від категорії надійності електропостачання будинку повинні живитися від двох окремих вводів, а за їх відсутності - двома лініями від ВРП або ГРЩ. Переключення з однієї лінії на другу здійснюється автоматично.

2.6.3. Установлення електродвигунів на горищі допускається при виконанні вимог із звукоізоляції відповідно до нормування рівнів шуму.

Установлені на горищі електродвигуни, розподільні пункти, окремо встановлені комутаційні апарати й апарати захисту повинні мати ступінь захисту не нижче IP44.

2.6.4. У приміщеннях для приготування їжі, крім кухонь квартир,

світильники із лампами розжарювання, які встановлюються над робочими місцями (плитами, столами тощо), повинні мати знизу захисне скло. Світильники з люмінесцентними лампами мають бути оснащені ґратами, сітками або лампотримачами, щоб запобігти випаданню ламп.

2.6.5. У ванних кімнатах, душових і санвузлах слід використовувати електрообладнання, спеціально призначене для встановлення у відповідних зонах цих приміщень за додатком 2, з дотриманням таких вимог:

- 1) електрообладнання повинно мати ступінь захисту по воді не нижче ніж:
 - у зоні 0 - IPX7;
 - у зоні 1 - IPX5;
 - у зоні 2 - IPX4 (IPX5 - у ваннах загального користування);
 - у зоні 3 - IPX1 (IPX5 - у ваннах загального користування);
- 2) у зоні 0 можуть використовуватися електроприлади напругою не вище 12 В, призначені для використання у ванні. У такому разі джерело живлення повинно розміщуватися за межами цієї зони;
- 3) у зоні 1 можуть встановлюватися тільки водонагрівники;
- 4) у зоні 2 можуть встановлюватися водонагрівники і світильники класу захисту 2;
- 5) у зонах 0,1 і 2 не допускається встановлення з'єднувальних коробок розподільних пристроїв і пристроїв керування.

2.6.6. Не допускається установка штепсельних розеток у ванних кімнатах, душових, у мийних приміщеннях лазень, у приміщеннях з нагрівниками для сауна (далі за текстом - у саунах), а також у приміщеннях пралень, за винятком ванних кімнат квартир і номерів готелів.

У ванних кімнатах квартир і номерів готелів допускається встановлення штепсельних розеток у зоні 3 згідно з додатком 2, приєднаних до мережі через роздільні трансформатори або мережі, захищеної пристроєм захисного вимкнення (надалі - ПЗВ), який реагує на диференційний струм з номінальним струмом, що не перевищує 30 мА.

Будь-які вимикачі і штепсельні розетки повинні розміщуватися на відстані не менше 0,6 м від дверного прорізу душової kabіни.

2.6.7. Відстань від газопроводів до розеток, вимикачів та елементів електроустановок має бути не менше 0,5 м.

2.6.8. У будинках, обладнаних трипровідною мережею (див. пункт 2.6.5), повинні встановлюватися штепсельні розетки на струм не менше 10 А із захисним контактом.

Штепсельні розетки, які встановлюються в квартирах, у житлових кімнатах гуртожитків, а також у дитячих закладах (садках, яслах, школах тощо), повинні мати захисний пристрій, що автоматично закриває гніздо штепсельної розетки з витягнутою вилкою.

2.6.9. Вимикачі рекомендується встановлювати на стіні з боку дверної ручки на висоті 1 м. Допускається їх встановлення під перекриттям з керуванням з допомогою шнура.

У приміщеннях для перебування дітей (садках, яслах, школах та ін.) вимикачі слід встановлювати на висоті 1,8 м від підлоги.

2.6.10. Не дозволяється встановлення розподільних пристроїв і пристроїв керування в саунах, ванних кімнатах, санвузлах, мийних приміщеннях лазень, парильнях, приміщеннях пралень тощо.

У приміщеннях з умивальниками і зонах 1 і 2 ванних і душових приміщень допускається встановлення вимикачів, які приводяться в дію

Електроустановки житлових, громадських, адміністративних та побутових будинків

шнуром.

2.6.11. Апарати, що вимикають мережу освітлення горища, повинні бути встановлені поза його межами.

2.6.12. Вимикачі світильників робочого, аварійного та евакуаційного освітлення приміщень, призначених для перебування великої кількості людей (наприклад, торгових приміщень магазинів, їдалень, вестибюлів готелів тощо), повинні бути доступними тільки для обслуговуючого персоналу.

2.6.13. Над кожним входом у будинок повинен встановлюватися світильник.

2.6.14. Номери будинків і покажчики пожежних гідрантів, встановлених на зовнішніх стінах будинків, повинні бути освітлені. Живлення електричних джерел світла номерів будинків і покажчиків пожежних гідрантів має здійснюватися від мережі внутрішнього освітлення будинку, а покажчики пожежних гідрантів, які встановлені на опорах зовнішнього освітлення, - від мережі зовнішнього освітлення.

2.7. ПРИЛАДИ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

2.7.1. У громадських та житлових будинках індивідуальних забудовників розрахункові лічильники електроенергії повинні встановлюватися на ВРП (ГРЩ) у точках балансового розподілу з електропостачальною організацією. За наявності вбудованих і прибудованих трансформаторних підстанцій, потужність яких повністю використовується споживачами будинків, розрахункові лічильники повинні встановлюватися на вводах силових трансформаторів на спільний щит низької напруги, який одночасно є ВРП будинку.

2.7.2. Розрахункові лічильники житлових будинків (освітлення сходових кліток, контор домоуправлінь, дворове освітлення тощо) рекомендується встановлювати в гаафах ВРП або на панелях ГРЩ.

2.7.3. Розрахункові квартирні лічильники слід розміщати сумісно з апаратами захисту (автоматичними вимикачами, запобіжниками). При встановленні квартирних щитків у квартирах лічильники повинні встановлюватися на цих щитках. Допускається встановлення лічильників на поверхових щитках.

2.7.4. Для безпечної заміни лічильника, безпосередньо увімкненого в мережу, перед кожним лічильником повинен передбачатися комутаційний апарат для зняття напруги з усіх фаз, приєднаних до лічильника.

Апарати вимикання, що призначені для зняття напруги з розрахункових лічильників, розміщених у квартирах, повинні розміщуватися за їх межами.

2.7.5. За лічильником, увімкненим безпосередньо в мережу, повинен бути встановлений апарат захисту відповідно до глави 3.1 ПУЕ. Якщо від лічильника відходять декілька ліній, обладнаних апаратами захисту, то встановлення загального апарата захисту не потрібне.

2.7.6. У житлових будинках слід встановлювати один однофазний або трифазний розрахунковий лічильник (при трифазному вводі) на кожному квартиру.

2.7.7. Розрахункові лічильники в громадських будинках з декількома споживачами електроенергії повинні передбачатися для кожного споживача, відокремленого в господарському відношенні (ательє, магазини, майстерні,

склади, житлово-експлуатаційні контори та ін.).

2.7.8. Рекомендується оснащення житлових будинків системою дистанційного зняття показань лічильників.

2.8. ЗАХИСНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

2.8.1. Захисні заходи безпеки електроустановок будинків повинні виконуватися відповідно до вимог глави 1.7 ПУЕ і додаткових вимог даного розділу.

2.8.2. У всіх приміщеннях необхідне приспінання відкритих провідних частин світильників загального освітлення і стаціонарних електроприймачів (електричних плит, кип'ятильників, побутових кондиціонерів, електрорушників тощо) до нульового захисного РЕ-провідника.

2.8.3. У приміщеннях будинків металеві корпуси однофазних переносних електроприладів і настільних засобів оргтехніки класу 1 за ГОСТ 12.2.007.0 слід приєднувати до захисних провідників трипровідної групової лінії (див. пункт 2.5.5).

До захисних провідників слід приєднувати металеві каркаси підвісних стель, перегородок, дверей та рам і конструкцій для прокладання кабелів.

2.8.4. Допускається застосування підвісних світильників, не обладнаних затискачами, для підключення захисних провідників у приміщеннях без підвищеної небезпеки за умови, що гак для їх підвішування ізолюваний. Вимоги даного пункту не відміняють вимог пункту 2.5.5 і не є підставою для виконання електропроводок двопровідними.

2.8.5. На групових лініях, які живлять штепсельні розетки для переносних електричних приладів, рекомендується передбачати ПЗВ з номінальним диференційним струмом спрацьовування не більше 30 мА.

Установлення ПЗВ є обов'язковим, якщо пристрій захисту від надструмів (автоматичний вимикач, запобіжник) не забезпечує заданого часу автоматичного відключення відповідно до ГОСТ 30331.3 - 0,4 с за номінальної напруги 220 В і якщо установка не охоплена системою зрівнювання потенціалів або розетки розташовані зовні приміщень та в приміщеннях, особливо небезпечних чи з підвищеною небезпекою (наприклад, у зоні 3 ванних і душових приміщень квартир і номерів готелів).

2.8.6. У разі установлення ПЗВ послідовно повинні виконуватися вимоги селективності. При дво- і багатоступеневих схемах ПЗВ, розміщений ближче до джерела живлення, повинен мати уставку і час спрацьовування утричі більші ніж ПЗВ, розміщений ближче до споживача.

2.8.7. У зоні дії ПЗВ нульовий робочий провідник не повинен мати з'єднання з заземленими елементами і нульовим захисним провідником.

2.8.8. У всіх випадках ПЗВ повинен забезпечувати надійну комутацію кіл навантаження з урахуванням можливих перевантажень.

2.8.9. Повинні використовуватися переважно ПЗВ, які є єдиним апаратом з автоматичним вимикачем, що забезпечує захист від надструмів.

Використання ПЗВ у групових лініях, які не мають захисту від надструмів, без додаткового апарата, що забезпечує цей захист, не допускається.

У разі використання ПЗВ, що не мають захисту від надструмів, повинна бути проведена розрахункова перевірка ПЗВ у режимі надструмів з

Електроустановки житлових, громадських, адміністративних та побутових будинків

урахуванням захисних характеристик апарата захисту від надструмів.

2.8.10. У житлових будинках не допускається використання ПЗВ, які автоматично вимикають споживача від мережі в разі зникнення або недопустимого зниження напруги мережі. У цих випадках ПЗВ повинен зберігати роботоздатність на термін не менше ніж 5 с у разі зниження напруги до 50% від номінальної.

2.8.11. У будинках можуть використовуватися ПЗВ типу «А», що реагують як на змінні, так і на пульсуючі струми пошкоджень, або «АС», які реагують тільки на змінний струм витоку. Джерелом пульсуючого струму є, наприклад, пральні машини з регуляторами швидкості, регульовані джерела світла, телевізори, відеомагнітофони, персональні комп'ютери тощо.

2.8.12. Допускається приєднання до одного ПЗВ декількох групових ліній через окремі автоматичні вимикачі (запобіжники).

Установлення ПЗВ у лініях, які живлять стаціонарно встановлене обладнання і світильники, а також у загальних мережах освітлення, не обов'язкове.

2.8.13. У житлових будинках ПЗВ рекомендується установлювати на квартирних щитках, допускається їх установлення на поверхових щитках.

2.8.14. Забороняється установлення ПЗВ для електроприймачів, відключення яких може призвести до ситуацій, небезпечних для споживачів (вимикання протипожежної сигналізації тощо).

2.8.15. Сумарна величина струмів витоку мережі з урахуванням приєднаних стаціонарних і переносних електроприймачів у нормальному режимі роботи не повинна перевищувати 1/3 номінального струму ПЗВ. За відсутності даних про струми витоку електроприймачів їх слід приймати з розрахунку 0,3 мА на 1 А струму навантаження, а струм витоку мережі - з розрахунку 10 мкА на 1 м довжини фазного провідника.

2.8.16. Для підвищення рівня захисту від загоряння при замиканнях на заземлені частини, коли величина струму недостатня для спрацьовування захисту максимального струму, на ввіді в квартиру, індивідуальний будинок тощо рекомендується установлення ПЗВ зі струмом спрацьовування до 300 мА.

2.8.17. Для житлових будинків у разі додержання вимог пункту 2.8.15 функції ПЗВ за пунктами 2.8.15, 2.8.16 можуть виконуватися одним апаратом із струмом спрацьовування не більше 30 мА.

2.8.18. Якщо ПЗВ призначений для захисту від ураження електричним струмом і для захисту від загоряння або тільки для захисту від загоряння, то він повинен вимикати як фазний, так і нульовий робочий провідники. У цих випадках захист від надструму в нульовому робочому провіднику не вимагається.

2.8.19. На ввіді в будинок повинна бути виконана система зрівнювання потенціалів шляхом об'єднання наступних струмопровідних частин:

- основний (магістральний) захисний заземлювальний провідник;
- основний (магістральний) заземлювальний провідник або основний заземлювальний затискач;
- сталеві труби комунікацій будинків і між будинками;
- металеві частини будівельних конструкцій, блискавкозахисту, системи центрального опалення, вентиляції та кондиціонування. Такі струмопровідні частини повинні бути з'єднані між собою на воді в будинок.

2.8.20. Слід на протязі всієї мережі повторно виконувати додаткове зрівнювання потенціалів. До додаткової системи зрівнювання потенціалів повинні бути підключені всі доступні доторканню відкриті струмопровідні частини стаціонарних електроустановок, сторонні струмопровідні частини і нульові захисні провідники всього електрообладнання (у т.ч. штепсельні розетки).

2.8.21. Для ванних і душових приміщень додаткова система зрівнювання потенціалів є обов'язковою і повинна передбачати ще підключення сторонніх струмопровідних частин, які виходять за межі приміщень, якщо відсутнє електрообладнання з підключеними до системи зрівнювання потенціалів нульовими захисними провідниками» тоді систему зрівнювання потенціалів слід підключати до РЕ-шини (затискача) на ввіді.

Нагрівальні елементи, які закладені в підлогу, повинні бути покриті заземленою металевою сіткою або заземленою металевою оболонкою, приєднаними до системи зрівнювання потенціалів. Як додатковий захист для нагрівальних елементів рекомендується використовувати ПЗВ на струм до 30 мА.

Не допускається використання для саун, ванних і душових приміщень систем місцевого зрівнювання потенціалів.

3. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ ФІЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВЧИХ, СПОРТИВНИХ, КУЛЬТУРНО-ВИДОВИЩНИХ БУДИНКІВ І СПОРУД, ЗАКЛАДІВ ДОЗВІЛЛЯ ТА КУЛЬТОВИХ

3.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

3.1.1. Вимоги даного розділу Правил поширюються на електроустановки, які розміщені в будинках видовищних закладів із залами для глядачів: театрів, цирків, кінотеатрів, концертних залів, клубів, центрів творчості дітей та юнацтва, культових закладів, критих спортивних споруд, палаців спорту, спортивних залів тощо.

3.1.2. Електроустановки видовищних закладів, крім вимог даного розділу, повинні задовольняти вимоги розділів 1-6 ПУЕ, НАПБ А.01.001 і розділу 2 цих Правил у тій мірі, у якій вони не змінені даним розділом.

3.2. ТЕРМШИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

3.2.1. Манеж - частина залу для глядачів, призначена для циркових показів.

3.2.2. Освітлення вистав - освітлення, призначене для світлового оформлення театральних вистав, концертів, естрадних і циркових виступів.

3.2.3. Технічні апаратні - приміщення, у яких розміщуються освітлювальні й проєкційні прилади, пристрої керування освітленням для вистав, апаратура зв'язку, електроакустичні і кінотехнологічні пристрої, електроустановки живлення і керування електроприводами механізмів сцени (естради, манежу).

3.3. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

3.3.1. Живлення електроприймачів повинно виконуватися від мережі 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю з системою заземлення ТИ-в або ТК-С-Б. Під час реконструкції видовищних закладів, які мають напругу мережі 220/127 або трифазну 220 В, слід передбачати переведення мережі на напругу 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю з системою заземлення ТИ-в або ТБІ-С-Б.

3.3.2. Вибір нестандартної напруги для електроприймачів освітлення вистав і електроустановок механізмів сцени, які живляться від окремих трансформаторів, випрямлячів або перетворювачів, повинен здійснюватися в процесі проектування.

3.3.3. Усі приміщення, які входять до складу сцени (естради), а також сейфи декорацій, склади (декорацій, костюмів, реквізитів, бутафорій, меблів і матеріальні), майстерні (живописні, постижирські, бутафорські, столярні, художника, макетні, трафаретні, об'ємних декорацій, кравецькі, взуттєві), комори (фарб, машиніста і електрика сцени, білизни, господарські), гардеробні для акторів і костюмерні, кінопроєкційні, перемоточні та репроєкційні слід відносити до поже- жонебезпечних зон класу П-Па, якщо ці приміщення не зараховані за умовами експлуатації до більш високого класу з вибухопожежної небезпеки.

3.3.4. Категорії електроприймачів щодо надійності електропостачання наведені у таблиці 3.1.

3.3.5. Живлення електроустановок видовищних закладів може забезпечуватися як від власної (абонентської) трансформаторної підстанції (ТП) - вбудованої, прибудованої або окремо збудованої, - так і від ТП спільного користування.

До ліній 0,4 кВ, які живлять видовищні заклади від ТП спільного користування, не допускається приєднання електроустановок інших споживачів. Допускається живлення електроустановок інших споживачів від власної (абонентської) ТП видовищного закладу.

3.3.6. Електропостачання видовищного закладу із сумарною (при декількох залах для глядачів в одному будинку) кількістю місць у глядачевому залі 800 і більше та дитячих видовищних закладах незалежно від кількості місць повинно задовольняти такі вимоги:

1. Живлення електроприймачів слід виконувати від двох трансформаторів власної (абонентської) ТП. В разі недоцільності спорудження власної ТП живлення електроприймачів слід здійснювати від двох трансформаторів ТП спільного користування.

Таблиця 3.1. Категорії електроприймачів видовищних закладів щодо надійності електропостачання

№ з/п	Найменування електроприймачів	Категорія щодо надійності електропостачання при сумарній місткості залів для глядачів, чол	
		Менше 800	800 і більше
1	Електродвигуни пожежних насосів, автоматична пожежна сигналізація, пожежегасіння, системи протидимного захисту, оповіщення про пожежу, протипожежна завіса, аварійне та евакуаційне освітлення, сигналізація загазованості	I	I
2	Електроприймачі освітлення вистав	III	II
3	Електроприймачі механізмів сцени	III	II
4	Електроприймачі технічних апаратних і систем озвучення	III	II
5	Решта електроприймачів, не вказаних у пунктах 1-4 даної таблиці, а також комплекси електроприймачів будинків із залами місткістю 300 і менше місць	III	III

2. Трансформатори ТП повинні одержувати живлення від двох незалежних взаєморезервованих ліній 6-10 кВ від найближчих ТП або РП розподільної мережі, що живляться з окремих ліній 6-10 кВ.

3. У разі відключення одного трансформатора трансформатор, який залишився в роботі, повинен забезпечувати живлення всіх електроприймачів видовищного закладу відповідно до вимог щодо перевантаження трансформаторів згідно з чинними нормативними документами.

4. ГРЩ повинен мати дві секції шин 380/220 В з пристроями автоматичного введення резерву (АВР) на шинах. Живлення секцій ГРЩ від трансформаторів слід виконувати лініями, які дають змогу для взаєморезервування. У разі об'єднання ГРЩ з щитом ТП або КТП АВР устанавлюється на щиті ТП або КТП.

3.3.7. Електропостачання видовищного закладу з сумарною кількістю місць у глядачевих залах менше 800 повинно задовольняти такі вимоги:

1. Живлення електроприймачів слід виконувати від двох трансформаторів ТП спільного користування. Допускається здійснювати живлення ГРЩ (ВРП) видовищного закладу від одного трансформатора за умови прокладання від ТП до ГРЩ (ВРП) двох ліній для взаєморезервування.

2. У разі відключення одного трансформатора трансформатор, що залишився в роботі, повинен забезпечувати живлення основних електроприймачів видовищного закладу у відповідності з вимогами до перевантаження трансформаторів згідно з чинними нормативними документами.

3. ГРЩ (ВРП) повинен мати дві секції шин 380/220 В. Живлення секцій від

ТП слід передбачати окремими лініями, що взаєморезервуються. Переключення живлення на секціях виконується з допомогою АВР або вручну.

4. Електроспоживачі I категорії щодо надійності електропостачання повинні мати окреме джерело живлення.

3.3.8. Електропостачання видовищного закладу із сумарною кількістю місць у глядачевих залах до 300 може здійснюватися від одного трансформатора ТП спільного користування.

3.3.9. У разі розміщення видовищного закладу із сумарною кількістю місць до 300, за винятком дитячих видовищних закладів (див. пункт 3.2.6), у будинку іншого призначення живлення електроприймачів видовищного закладу допускається здійснювати від спільного ГРЩ (ВРП).

3.3.10. Прибудовані або вбудовані ТП з масляними трансформаторами повинні задовольняти вимоги глави 4.2 ПУЕ, а також такі вимоги:

1. Кожний трансформатор повинен бути встановлений в окремій камері, яка має вихід назовні. Допускається установа в одному приміщенні одного КТП з двома трансформаторами. Приміщення ТП і КТП повинні розміщуватися на першому поверсі.

2. Двері трансформаторних камер або приміщень КТП повинні бути розташовані на відстані не менше 5 м від найближчих дверей для проходу глядачів або від евакуаційного виходу.

3. Не допускається розташовувати виходи (двері) з приміщень ТП і КТП безпосередньо на шляху евакуації.

3.3.11. Комплектні трансформаторні підстанції з трансформаторами, які не мають масляного заповнення, можуть розміщуватися всередині будинку в окремому приміщенні. У такому разі повинна бути забезпечена можливість транспортування обладнання КТП для заміни та ремонту.

3.3.12. У приміщеннях ТП, КТП можуть розміщуватися розподільні пристрої (РП) і перетворювачі до 1000 В для живлення електроприводів механізмів сцени, шафи з акумуляторними батареями і тиристорні регулятори освітлення вистав за умови обслуговування усього електрообладнання, розміщеного в приміщенні, персоналом об'єкта.

3.3.13. Розподільний пристрій ТП напругою вище 1000 В повинен розміщуватися в окремому приміщенні з окремими входами, які замикаються і обслуговуються персоналом енергопостачальної організації.

Допускається розміщення РП до 1000 В і вище в одному приміщенні з ТП тільки за умови їх експлуатації персоналом однієї організації (районної електромережі або об'єкта).

Вимоги до розміщення РП до 1000 В і вище в різних приміщеннях з ТП не поширюються на КТП.

3.3.14. Не допускається підключення інших електроприймачів до ліній, які живлять електроакустичні і кінотехнічні пристрої.

3.3.15. Живлення аварійного та евакуаційного освітлення повинно виконуватися відповідно до вимог глави 6.1 ПУЕ і з урахуванням додаткових вимог, зазначених у пунктах 3.3.16. і 3.3.17.

3.3.16. Для живлення в аварійних режимах аварійного та евакуаційного освітлення, пожежної сигналізації і сигналізації загазованості у видовищних закладах рекомендується установа акумуляторної батареї.

Установа акумуляторних батарей із зазначеною метою в

обов'язковому порядку потрібно передбачати:

1) у дитячих видовищних закладах незалежно від кількості місць і джерел живлення;

2) у видовищних закладах (крім кінотеатрів) із сумарною кількістю місць у залах для глядачів 800 і більше незалежно від кількості джерел живлення;

3) за наявності одного джерела живлення:

- у клубах при сумарній кількості місць у залах для глядачів більше 500;

- у решті видовищних закладів при сумарній кількості місць у залах для глядачів більше 300.

За наявності двох джерел живлення для зазначених у пункті 3 видовищних закладів акумуляторні батареї можуть не встановлюватися.

Акумуляторні батареї також можуть не встановлюватися:

- у кінотеатрах при сумарній кількості місць у залах для глядачів менше 800;

- у клубах при сумарній кількості місць 500 і менше;

- у решті видовищних закладів при кількості місць у залах для глядачів 300 і менше.

3.3.17. Допускається встановлювати всередині будь-яких приміщень, крім приміщень для глядачів і артистів, шафи з переносними акумуляторними батареями. Переносні акумуляторні батареї напругою до 48 В і ємністю до 150 А/год для яшвлення аварійного та евакуаційного освітлення і пожежної сигналізації, що встановлені в металевих шафах з природною витяжною вентиляцією назовні будинку, можуть заряджатися на місці їх встановлення. У такому разі клас приміщення з вибухопожежонебезпеки не змінюється.

Ємність акумуляторних батарей повинна бути обрана з розрахунку безперервної роботи аварійного й евакуаційного освітлення протягом 1 год.

Акумуляторні установки напругою понад 48 В і ємністю 150 А/год мають бути герметичними.

3.4. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

3.4.1. Допустимі відхилення напруги освітлювальних приладів повинні відповідати вимогам ГОСТ 13109.

3.4.2. Освітлювальні прилади вистав оснащуються запобіжними сітками для унеможливлення випадання світлофільтрів, лінз, ламп, інших внутрішніх частин освітлювальних приладів.

3.4.3. Освітлення для вистав та попівтрів оркестру повинно мати джерела з плавним регулюванням яскравості. Допускається для клубів у залах для глядачів місткістю до 500 місць мати освітлення, яке не регулюється.

3.4.4. У залах для глядачів місткістю понад 500 місць рекомендується передбачати плавне регулювання яскравості освітлення.

3.4.5. У приміщеннях для глядачів передбачається чергове освітлення, що забезпечує понижену освітленість не менше 15% нормованого в цих приміщеннях.

В окремих випадках допускається використовувати як частину чергового освітлення аварійне або евакуаційне.

3.4.6. У залах для глядачів із стаціонарними кіноустановками в разі аварійного припинення кінопроекції передбачається автоматичне ввімкнення світильників, які забезпечують не менше 15% нормованої освітленості залу в перервах між кіносеансами.

3.4.7. Керування робочим і черговим освітленням передбачається:

- для глядачового залу - з апаратної керування освітленням вистави, з кінопроекційної, з поста головного білетера або від входу в зал для глядачів;
- для сцени, естради - з апаратної керування освітленням вистави, з пульта на сцені (естраді);
- для вестибюлів, фойє, кулуарів, гардеробів, буфетів, санвузлів, кімнат для куріння та інших приміщень для глядачів - централізоване керування робочим освітленням з поста головного білетера або від входу в зал для глядачів, а черговим освітленням - з приміщення пожежного поста (за його наявності) або ГРЩ.

3.4.8. Аварійне освітлення має виконуватися в приміщеннях сцени (естради), кас, адміністратора, гардероба, постів охорони, пожежного поста, технічних апаратних, медпунктів, ТП, КТП, ГРЩ, телефонної станції і в приміщеннях для тварин у цирках.

Евакуаційне освітлення передбачається в усіх приміщеннях, де можлива присутність понад 50 чоловік, а також на всіх сходах, проходах і інших шляхах евакуації.

3.4.9. Світлові покажчики повинні бути розміщені над дверима на шляхах евакуації із залу для глядачів, із сцени (естради, манежу) та з інших приміщень у напрямку виходу з будинку і мати пофарбування відповідно до вимог НАПБ А.01.001.

Світлові покажчики мають приєднуватися до джерела живлення аварійного чи евакуаційного освітлення або автоматично на нього перемикаються у разі зникнення напруги на основних джерелах їх живлення. Світлові покажчики повинні бути ввімкнені протягом усього часу перебування глядачів у будинку.

3.4.10. Керування аварійним та евакуаційним освітленням передбачається з приміщення пожежного поста, з щитової аварійного освітлення або ГРЩ (ВРП).

3.4.11. Для аварійного та евакуаційного освітлення, яке вмикається або перемикається на живлення від акумуляторної установки, повинні застосовуватися світильники з лампами розжарювання.

Люмінесцентні лампи можуть застосовуватися при живленні світильників від акумуляторної установки через перетворювачі постійного струму в змінний.

3.4.12. Освітлення люстрів оркестрів в оркестровій ямі повинно виконуватися світильниками, приєднаними до штепсельних розеток.

3.4.13. У видовищних закладах необхідно передбачати можливість приєднання ілюмінацій і рекламних установок.

3.5. СИЛОВЕ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

3.5.1. Живлення електродвигунів пожежних насосів, систем проти димного захисту, пожежної сигналізації і пожежегасіння, сповіщення про пожежу слід передбачати окремими лініями від ТП, ГРЩ або ВРП.

3.5.2. Увімкнення електродвигунів пожежних насосів, систем протидимного захисту та установок протипожежної автоматики повинне супроводжуватися автоматичним вимкненням електроприймачів систем вентиляції і кондиціонування повітря. Допускається автоматичне вимкнення і іншого силового електрообладнання, за винятком ліфтів для транспортування

пожежних підрозділів, електродвигунів протипожежної завіси та циркуляційних насосів.

3.5.3. Пуск електродвигунів пожежних насосів слід передбачати:

- дистанційно від кнопок, розміщених біля пожежних гідрантів, - за відсутності спринклерних і дренчерних пристроїв;

- автоматично - за наявності спринклерних і дренчерних пристроїв з дистанційним дублюванням (для пуску і зупинки) з приміщень пожежного поста і насосної.

Пуск електродвигунів пожежних насосів необхідно контролювати в приміщенні пожежного поста світловими і звуковим сигналами.

3.5.4. Електроприводи механізмів сцени повинні автоматично вимикатися в разі досягнення механізмами крайніх положень.

Електроприводи механізмів сценічних підйомників, протипожежної завіси, підйомно-спускних площадок і вантажних підйомників (крім тельферних) повинні мати аварійне автоматичне вимикання надлишкового спуску і підйому безпосередньо в силовому колі, після спрацювання якого унеможливується пуск електроприводів апаратами ручного або автоматичного керування.

3.5.5. При кількості сценічних підйомників більше десяти слід передбачати на пульті механізмів сцени, а за їх відсутності - на пульті помічника режисера апарат керування, який забезпечує одночасне відключення усіх сценічних підйомників.

3.5.6. Для аварійної зупинки всіх механізмів, які обслуговують сцену (естраду, манеж), повинні передбачатися апарати вимикання, розміщені не менше ніж у двох місцях, звідки добре видно роботу цих механізмів.

3.5.7. Двері в огорожах частини сцени (естради), що обертається, підйомно-спускних площадок сцени і оркестру, софітів, технологічних підйомників повинні бути забезпечені блокувальними пристроями, що відключають електродвигуни під час відчинення дверей і виключають пуск механізмів після їх зачинення без додаткових дій (поворот ключа, натискання кнопки тощо).

3.5.8. Механізми, які, крім електричного, мають механічний ручний привід, повинні бути забезпечені блокуванням для вимкнення електроприводу при переході на ручне керування.

3.5.9. Контакти приладів і апаратів, призначених для додержання безпеки, повинні спрацьовувати на розмикання відповідного кола в разі зникнення живлення обмотки даного приладу або апарата.

3.5.10. Протипожежну завісу треба забезпечити блокуванням, яке автоматично вимикає електродвигун при ослабленні тягових тросів і гравітаційному спусканні завіси. Рух протипожежної завіси повинен супроводжуватися світловою і звуковою сигналізацією на планшеті сцени та в приміщенні пожежного поста.

3.5.11. Керування димовими люками повинно передбачати можливість як одночасного відкривання і закривання усіх люків, так і окремого відкривання і закривання кожного люка. Допускається передбачати закривання димових

люків вручну. Керування приводом лебідки димових люків передбачається з планшета сцени, з приміщення пожежного поста, диспетчерської і приміщення лебідки.

3.6. ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ

3.6.1. Додатково до вимог глави 3.1 ПУЕ силові мережі в межах сцени (естради, манежу) повинні бути захищені від перевантаження.

3.6.2. Кабелі і проводи повинні мати мідні жили з ізоляцією і оболонками, які не розповсюджують горіння відповідно до ГОСТ12176:

- у залах для глядачів, у тому числі в просторі над залами і за підвісними стелями;

на сцені, у приміщеннях на горищі з горючими конструкціями, технічних апаратних, акумуляторних;

- для кіл керування протипожежними пристроями, а також ліній пожежної й охоронної сигналізації, озвучення, ліній освітлення для вистав і електроприводів сценічних механізмів.

У решті приміщень для мереж живлення і розподільних допускається застосування кабелів і проводів з алюмінієвими жилами перерізом не менше 16 мм.

3.6.3. У залах для глядачів, фойє, буфетах та інших приміщеннях для глядачів електропроводку рекомендується виконувати схованою, з можливістю заміни.

3.6.4. Прокладання кабелів і проводів повинно виконуватися в сталевих трубах у межах сцени (естради, манежу), у кінопроекційній та інших технічних апаратних, у залах для глядачів незалежно від кількості місць.

3.6.5. Допускається прокладання в одній сталевій трубі до 24 проводів для ліній освітлення, для вистав за умови, що температура проводів не буде перевищувати нормовану (див. пункт 1.ЗЛО ПУЕ).

3.6.6. Лінії, які живлять освітлювальні прилади для вистав і розміщуються на пересувних конструкціях, слід виконувати гнучким мідним кабелем.

3.6.7. Електропроводки, що живлять переносні, пересувні та електроприймачі, які встановлені на віброізоляційних основах, слід підключати до лінії живлення гнучкими проводами і кабелями з мідними жилами з виконанням вимог глави 2.1 ПУЕ.

3.6.8. Переходи від стаціонарної електропроводки до пересувної слід виконувати через електричні рознімні з'єднання або коробки затискачів, які встановлюються в доступних для обслуговування місцях.

3.7. ЗАЗЕМЛЕННЯ І ЗАХИСНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

3.7.1. Заземлення (занулення) і захисні заходи безпеки електроустановок слід виконувати відповідно до вимог глави 1.7 ПУЕ, розділу 2 даних Правил і додаткових вимог, зазначених у даному розділі.

3.7.2. Пересувні металеві конструкції сцени (естради, манежу), які призначені для установа освітлювальних і силових електроприймачів (софітні ферми, порталні куліси тощо), повинні бути підключені до захисного заземлення з допомогою окремого гнучкого мідного РЕ-проводу або жили кабеля.

Допускається частину сцени, що обертається, і апаратуру, яка розміщена на ній, підключати через кільцевий контакт з подвійним струмознімачем.

3.7.3. Металеві корпуси і конструкції кінотехнологічних установок, а також розподільних, систем і мереж електроакустики, телебачення, зв'язку і сигналізації повинні приєднуватися РЕ-провідниками до захисного заземлення.

Електротехнічні і звуковідтворювальні кінотехнологічні установки, а також обладнання зв'язку і телебачення, яке вимагає зниженого рівня шумів, повинні підключатися до самостійного заземлювального пристрою, заземлювачі якого розміщуються на відстані не менше 20 м від інших заземлювачів, а заземлювальні РЕ-провідники мають бути ізольовані від РЕ-провідників захисного заземлення інших електроустановок.

Опір самостійного заземлювального пристрою повинен задовольняти вимоги підприємства-виробника апаратури або відомчі норми, але не перевищувати 4 Ом.

4. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ У ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОНАХ

4.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

4.1.1. Даний розділ Правил поширюється на всі види електроустановок, які розміщуються у вибухонебезпечних зонах усередині і поза приміщеннями: стаціонарні, тимчасові, переносні і пересувні. Ці електроустановки повинні відповідати також вимогам розділів 1-6 ГГУЕ у тій мірі, у якій вони не змінені даним розділом.

Вимоги даного розділу поширюються на електроустановки, що розташовуються усередині технологічного обладнання у тій мірі, у якій це передбачено технічними умовами або стандартами на виготовлення технологічного обладнання.

4.1.2. Вимоги даного розділу не поширюються на електроустановки, розташовані під землею в шахтах, і на електроустановки підприємств, вибухонебезпека яких визначається у процесі виробництва, застосування або зберігання вибухових речовин.

4.2. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

4.2.1. Вибух - процес вивільнення великої кількості енергії в обмеженому об'ємі за короткий проміжок часу.

4.2.2. Спалах - короткочасне інтенсивне загоряння обмеженого об'єму

газоповітряної суміші над поверхнею горючої речовини або пилоповітряної суміші, що супроводжується короткочасним видимим спалахом, але без ударної хвилі і стійкого горіння.

4.2.3. Тління - горіння без випромінювання світла, що розпізнається з появою диму.

4.2.4. Електричне іскріння - іскрові, дугові і тліючі електричні розряди.

4.2.5. Вибухонебезпечне середовище - об'єм, у якому середовище внаслідок природних або виробничих чинників може стати вибухонебезпечним.

4.2.6. Вибухонебезпечна суміш - суміш повітря з горючими газами, парою, туманами, горючим пилом та волокнами, у якій за нормальних атмосферних умов після запалення процес горіння (вибух) поширюється на весь об'єм суміші.

Горючий пилом або волокна вважаються вибухонебезпечними, якщо в разі їх мимовільного загорання в установці за визначеною нижньою концентраційною його межею за ГОСТ 12.1.044 виникає надмірний тиск газів як мінімум 5 кПа.

До вибухонебезпечної суміші належать суміші горючих газів і пари легкозаймистої рідини з киснем, хлором або іншими окислювачами.

Газо-пароповітряне вибухонебезпечне середовище - вибухонебезпечне середовище, яке утворюється повітрям з горючими газами, парою, туманами.

Пилоповітряне вибухонебезпечне середовище - вибухонебезпечне середовище, яке утворюється повітрям з вибухонебезпечними пилом і волокнами.

4.2.7. Відносна густина газів і пари - відношення об'ємної маси газу або пари до об'ємної маси повітря при тому самому тиску і температурі (дорівнює 1,0 для повітря).

Горючі гази залежно від відносної густини поділяються за питомою вагою щодо повітря на легкі (0,8 або менше) і важкі (вище 0,8).

4.2.8. Горючий газ - газ, який в суміші з повітрям у відповідній пропорції утворює газове вибухонебезпечне середовище.

4.2.9. Зріджений газ - газ, який при температурі навколишнього середовища нижче 20 °С або тиску вище 100 кПа, або при сумісному впливі цих умов перетворюється в рідину. Установки зі зрідженими горючими газами належать до установок з важкими горючими газами.

4.2.10. Горюча пара - пара легкозаймистої рідини, яка в суміші з повітрям у відповідній пропорції утворює пароповітряне вибухонебезпечне середовище.

4.2.11. Легкозаймиста рідина (ЛЗР) - горюча рідина, здатна запалитися від короткочасного впливу джерела загорання тривалістю до 1 сек з низькою енергією (полум'я сірника, іскра, тліюча сигарета тощо), з температурою загорання не більше +61 °С у закритому або +66 °С у відкритому тиглі.

4.2.12. Горюча рідина (ГР) - рідина, яка здатна запалитися від джерела запалювання, самостійно горіти після його видалення і має температуру загорання понад -61 °С у закритому або +66 °С у відкритому тиглі.

Перегріта горюча рідина - горюча рідина, нагріта в умовах виробництва до температури загорання та вище.

4.2.13. Горючий туман - краплі ЛЗР, що перебувають у завислому стані в

повітрі і утворюють пароповітряне вибухонебезпечне середовище.

4.2.14. Нижня (верхня) концентраційна межа поширення полум'я - мінімальна (максимальна) концентрація горючої речовини в однорідній суміші з окислювальним середовищем, за якого можливе поширення полум'я по суміші на будь-яку відстань від джерела загоряння.

4.2.15. Температура спалаху - найнижча температура матеріалу (речовини), за якої за встановленими умовами випробувань над його поверхнею утворюється пара, здатна спричинити спалах у повітрі під впливом джерела запалювання, але швидкість утворення пари недостатня для підтримання стійкого горіння.

4.2.16. Температура займання - найнижча температура матеріалу (речовини), за якої за встановленими умовами випробувань над його поверхнею утворюється пара або гази з такою швидкістю, що після їх запалювання виникає стійке горіння.

4.2.17. Температура самозаймання - найнижча температура матеріалу (речовини), за якої за встановленими умовами випробувань відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій окислення матеріалу (речовини), які закінчуються полуменевим горінням.

4.2.18. Температура тління - температура матеріалу (речовини), за якої відбувається різке збільшення швидкості екзотермічних реакцій окислення матеріалу (речовини), що призводить до його (її) тління.

4.2.19. Пил - дрібні тверді частинки в повітрі, які осідають під дією власної ваги, але деякий час можуть перебувати в повітрі у зваженому стані.

4.2.20. Температура самозапалення пилу - найнижча температура гарячої поверхні, за якої виникає самозаймання шару пилу заданої товщини на цій поверхні.

4.2.21. Температура самозаймання пилоповітряної суміші - найнижча температура внутрішньої поверхні випробувальної печі, за якої виникає самозаймання в ній пилоповітряної суміші.

4.2.22. Струмopовідний пил - пил з електричним питомим опором не більше 1000 Ом/м.

4.2.23. Горючий пил - пил, суміш повітря з яким у визначених пропорціях при атмосферних тиску та температурі створює вибухонебезпечне пилоповітряне середовище.

4.2.24. Гібридні середовища - пилоповітряні середовища, які мають у своєму складі вибухонебезпечні пари і гази в концентрації понад 20% їх нижньої концентраційної межі спалаху.

4.2.25. Ущільнене кільце - кільце, яке використовується для забезпечення необхідного ущільнення між увідним пристроєм і кабелем або проводом.

4.2.26. Приміщення - простір, обмежений з усіх сторін захисними конструкціями: стінами (у тому числі з вікнами і дверима) зі стелею (перекриттям) і підлогою. Простір під горищем і простір, огорожений сітчастими захисними конструкціями, не є приміщенням.

4.2.27. Зовнішня установка - установка, розміщена поза приміщенням (зовні) просто неба або під дахом чи за сітчастими захисними конструкціями.

4.2.28. Максимальна температура - найбільша температура будь-якої

частини поверхні вибухозахищеного електрообладнання, безпечна відносно запалення навколишнього вибухонебезпечного середовища.

4.2.29. Вибухонебезпечна зона - простір у приміщенні або навколо зовнішньої установки, у якому присутнє вибухонебезпечне середовище або воно може утворюватися внаслідок природних чи виробничих чинників у такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

4.2.30. Вибухозахищене електротехнічне обладнання - електротехнічний виріб спеціального призначення, який виконано таким чином, що усунена або утруднена можливість запалення навколишнього вибухонебезпечного середовища під час експлуатації цього виробу.

4.2.31. Вибухонепроникна оболонка виду «<Б - оболонка, яка витримує тиск вибуху в її середині та унеможливає його розповсюдження з оболонки в навколишнє вибухонебезпечне середовище.

4.2.32. Іскробезпечне електричне коло - електричне коло, яке виконано так, що електричний розряд або нагрівання не може запалити вибухонебезпечне середовище в умовах спеціальних випробувань.

4.2.33. Захист виду «е» - вид вибухозахисту, який полягає в тому, що в електрообладнанні або його частинах нема деталей, що нормально іскрять, і вжито низку заходів додатково до використаних в електрообладнанні загального призначення, які утруднюють появу небезпечного нагрівання, електричних іскор і дуг.

4.2.34. Захист «масляне заповнення оболонки виду «о» - вид вибухозахисту електрообладнання, за якого оболонка електрообладнання заповнюється маслом або рідким негорючим діелектриком.

4.2.35. Захист «заповнення або продування обладнання надлишковим тиском виду «р» - вид вибухозахисту електрообладнання, за якого оболонка електрообладнання заповнюється або продувається надлишковим тиском повітря чи інертного газу.

4.2.36. Захист «кварцеве заповнення оболонки виду «ч» - вид вибухозахисту електрообладнання, за якого оболонка електрообладнання заповнюється кварцевим або іншим негорючим порошком.

4.2.37. Захист «герметизація компаундом «т» - вид вибухозахисту електрообладнання, за якого будь-яка його частина здатна запалити вибухонебезпечне середовище через іскріння або нагрівання, замкнена в компаундну оболонку.

4.2.38. Спеціальний вид вибухозахисту «в» - вибухозахист, заснований на принципах, відмінних від наведених в пунктах 4.2.31-4.2.37, але достатніх для його здійснення.

4.2.39. Спеціальний вид вибухозахисту «п» - електрообладнання, що відповідає вимогам стандартів щодо електричних приладів, які в нормальному режимі експлуатації не мають гарячих поверхонь, здатних до загоряння, та не створюють електричних дуг або іскор. Електричні параметри (напруга, струм, індуктивність та ємність) в їх колах, включаючи кабелі, не перевищують значень, наведених у ГОСТ 22782.5 з коефіцієнтом 1.

Електрообладнання з цим видом вибухозахисту слід застосовувати для вибу- хобезпечних зон класу 2.

4.2.40. Безпечна експериментальна максимальна щільна (БЕМЩ) - максимальний проміжок між фланцями оболонки, крізь який не передається

вибух з оболонки в навколишнє середовище за будь-якої концентрації горючих газів у повітрі.

4.2.41. Вибухонебезпечна установка - окремий технологічний апарат або сукупність технологічного обладнання, у яких зберігаються або безпосередньо використовуються в технологічному процесі горючі гази, ЛЗР, ГР, горючі пил або волокна в кількості, за якої можливе утворення вибухонебезпечних зон.

4.3. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ СУМІШЕЙ

4.3.1. Вибухонебезпечні суміші повітря з газами або з парою залежно від величини БЕМЩ поділяються на категорії відповідно до ГОСТ 12.1.011 (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1. Категорія вибухонебезпечних сумішей повітря з газами або з парою

Категорія суміші	Найменування суміші	Значення БЕМЩ, мм
II	Промислові гази і пара	
IIA	Те саме	0,9 і більше
IIB		більше 0,5, але менше 0,9
IIC		0,5 і менше

Наведені в таблиці значення БЕМЩ не можуть служити для контролю ширини щілини оболонки в експлуатації.

4.3.2. Вибухонебезпечні суміші повітря з газами або парою залежно від температури самозаймання поділяються на групи відповідно до ГОСТ 12.1.011 (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2. Групи вибухонебезпечних сумішей повітря з газами або з парою

Група вибухонебезпечних сумішей	Температура самозаймання, °С
T1	Вьнще 450
T2	Те саме 300 до 450
T3	Те саме 200 до 300
T4	Те саме 135 до 200
T5	Те саме 100 до 135
T6	Те саме 85 до 100

4.3.3. Розподіл вибухонебезпечних сумішей повітря з газами або з парою за категоріями і групами наведено у ГОСТ 12.1.011 (додаток 3), а також у інших нормативних документах.

4.3.4. Температури самозаймання горючого пилу і волокон у завислому стані (хмара) та в стані осідання (шар) визначені в стандартах або технічних умовах на відповідні речовини та матеріали.

4.3.5. Категорії і групи вибухонебезпечних сумішей повітря з газами або з парою, не включених у ГОСТ 12.1.011, а також температура самозаймання горючого пилу і волокон у стані осідання (шар) і завислому стані за відсутності їх у відповідних стандартах і технічних умовах визначаються випробувальними організаціями згідно з переліком останніх за ГОСТ 12.2.021.

4.4. КЛАСИФІКАЦІЯ І МАРКУВАННЯ ВИБУХОЗАХИЩЕНОГО

ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

4.4.1. Вибухозахищене електрообладнання поділяється за рівнями та видами вибухозахисту, групами і температурними класами.

4.4.2. Визначені такі рівні вибухозахисту електрообладнання:

- електрообладнання (електротехнічний пристрій) підвищеної надійності проти вибуху - вибухозахищене електрообладнання, у якому вибухозахист забезпечується тільки у визначеному режимі його роботи. Знак рівня - 2;

- вибухозахищене електрообладнання (електротехнічний пристрій) - вибухозахищене електрообладнання, у якому вибухозахист забезпечується як при нормальному режимі роботи, так і при ймовірних пошкодженнях, які визначаються умовами експлуатації, крім пошкоджень засобів вибухозахисту. Знак рівня - 1;

- особливо вибухозахищене електрообладнання (електротехнічний пристрій) - вибухозахищене електрообладнання, у якому щодо вибухозахищеного електрообладнання (електротехнічного пристрою) вжито додаткових заходів вибухозахисту, які передбачені стандартами на види вибухозахисту. Знак рівня - 0.

4.4.3. Вид вибухозахисту електрообладнання (електротехнічного пристрою) - сукупність заходів, які встановлені нормативними документами. Ці види вибухозахисту визначені в стандартах на вибухозахищене електрообладнання.

Вибухозахищене електрообладнання має такі умовні позначення видів вибухозахисту:

Вибухонепроникна оболонка	— (I	ГОСТ 22782.1
Заповнення або продування оболонки захисним газом з надлишковим тиском	P	ГОСТ 22782.4
Іскробезпечне електричне коло	-i	ГОСТ 22782.5
Кварцеве заповнення оболонки	-<1	ГОСТ 22782.2
Масляне заповнення оболонки	- 0	ГОСТ 22782.1
Захист виду «є»	-e	ГОСТ 22782.7
Спеціальний вид вибухозахисту	-8	ГОСТ 22782.3
Захист виду «т»	- Ш	
Захист виду «п»	-п	

4.4.4. Електрообладнання групи 11, яке має вибухозахист «вибухонепроникна оболонка» та (або) «іскробезпечне електричне коло», поділяється на три підгрупи, які відповідають вибухонебезпечним сумішам відповідно до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. Підгрупи електрообладнання групи II з видами вибухозахисту *вибухонепроникна оболонка» та (або) «іскробезпечне електричне коло»

Група електроустаткування	Підгрупа електроустаткування	Категорія вибухонебезпечної суміші, для якої електрообладнання є вибухозахищеним
II	-	II A, II B і II C
	II A	II A
	II B	II A і II B
	II C	II A, II B і II C

Знак II застосовується для електрообладнання, яке не поділяється на підгрупи.

4.4.5. Електрообладнання групи II залежно від значення граничної температури поділяється на шість температурних класів, зазначених у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. Температурні класи електрообладнання групи II

Температурний клас електрообладнання	Гранична температура, °C	Група вибухонебезпечної суміші, для якої електрообладнання є вибухозахищеним
T1	450	T1
T2	300	T1, T2
T3	200	T1-T3
T4	135	T1-T4
T5	100	T1-T5
T6	85	T1-T6

4.4.6. До маркування вибухозахисту електрообладнання в зазначеній нижче послідовності входять:

- знак рівня вибухозахисту електрообладнання (2,1, 0);
- знак Ex, який указує на відповідність електрообладнання стандартам на вибухозахищене електрообладнання;
- знак виду вибухозахисту (<i>i</i>, p, i, q, o, e, c, ш, n);
- знак групи або підгрупи електрообладнання (II, II A, II B, II C);
- знак температурного класу електрообладнання (T1, T2, T3, T4, T5, T6).

У маркуванні вибухозахисту можуть мати місце додаткові знаки і написи відповідно до стандартів на електрообладнання з окремими видами вибухозахисту.

У маркуванні іскробезпечних кіл - знаки a, b, c.

Знак «X», який може мати місце після позначення маркування вибухозахисту електротехнічного пристрою, означає, що в експлуатаційній документації на нього вказані особливі умови монтажу та (або) експлуатації, пов'язані з забезпеченням його вибухозахисту.

Таблиця 4.5. Приклади маркування вибухозахищеного електрообладнання

Рівень вибухозахисту	Вид вибухозахисту	Група (підгрупа)	Температурний клас	Маркування вибухозахисту
Електрообладнання підвищеної надійності проти вибуху	Захист виду «е»	II	T6	2ExeII T6
	Захист виду «е» і вибухонепроникна оболонка	II B	T3	2Exe<111BT3
	Іскробезпечне електричне коло	II C	T6	2Exi II CT6
	Продувка оболонки надлишковим тиском	II	T6	2Exp11 T6
	Вибухонепроникна оболонка й іскробезпечне електричне коло	II B	T5	2Ex<ii II BT5
Вибухобезпечне електрообладнання	Вибухонепроникна оболонка	II A	T3	1Ex<II1AT3
	Іскробезпечне електричне коло	II C	T6	1Exi _b II CT6
	Продувка оболонки надлишковим тиском	II	T6	1Exp II T6
	Захист виду «е»	II	T6	1Exe II T6
	Кварцеве заповнення	II 1	T6	1Exq II T6
	Спеціальний	II	T6	1Exe II T6
	Спеціальний і вибухонепроникна оболонка	II A	T6	1Exvc II AT6
Особливо вибухобезпечне електрообладнання	Іскробезпечне коло	II C	T6	0Exi II CT6
	Іскробезпечне коло і вибухонепроникна оболонка	II A	T4	0Exi<111AT4
	Спеціальний та іскробезпечне коло	II	T4	0Exz II CT4
	Спеціальний	II	T4	0EX8 II T4

4.5. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН

4.5.1. Клас вибухонебезпечної зони, згідно з яким виконуються вибір і розміщення електроустановок, залежно від частоти і тривалості присутнього вибухонебезпечного середовища визначається технологами разом з електриками проектною або експлуатаційною організацією.

Клас вибухонебезпечних зон характерних виробництв та категорія і група вибухонебезпечної суміші повинні відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв з вибухопожежонебезпеки.

Газо- пароповітряні вибухонебезпечні середовища утворюють вибухонебезпечні зони класів 0,1, 2, а пилоповітряні - вибухонебезпечні зони класів 20,21, 22.

4.5.2. Вибухонебезпечна зона класу 0 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище присутнє постійно або протягом тривалого часу.

Вибухонебезпечна зона класу 0 згідно з вимогами даного розділу може мати місце тільки в межах корпусів технологічного обладнання.

4.5.3. Вибухонебезпечна зона класу 1 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище може утворитися під час нормальної роботи (тут і далі нормальна робота - ситуація, коли установка працює відповідно до своїх розрахункових параметрів).

4.5.4. Вибухонебезпечна зона класу 2 - простір, у якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо воно виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок.

Частоту виникнення і тривалість вибухонебезпечного газопароповітряного середовища визначають за правилами (нормами) відповідних галузей промисловості.

4.5.5. Вибухонебезпечна зона класу 20 - простір, у якому під час нормальної експлуатації вибухонебезпечний пил у вигляді хмари присутній постійно або часто в кількості, достатній для утворення небезпечної концентрації суміші з повітрям,

і (або) простір, де можуть утворюватися пилові шари непередбаченої або надмірної товщини. Звичайно це має місце всередині обладнання, де пил може формувати вибухонебезпечні суміші часто і на тривалий термін.

4.5.6. Вибухонебезпечна зона класу 21 - простір, у якому під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилу у вигляді хмари в кількості, достатній для утворення суміші з повітрям вибухонебезпечної концентрації.

Ця зона може включати простір поблизу місця порошкового заповнення або осідання і простір, де під час нормальної експлуатації ймовірна поява пилових шарів, які можуть утворювати небезпечну концентрацію вибухонебезпечної пилоповітряної суміші.

4.5.7. Вибухонебезпечна зона класу 22 - простір, у якому вибухонебезпечний пил у завислому стані може з'являтися не часто й існувати недовго або в якому шари вибухонебезпечної пилу можуть існувати й утворювати вибухонебезпечні суміші в разі аварії.

Ця зона може включати простір поблизу обладнання, що утримує пил, який може вивільнятися шляхом витоку і формувати пилові утворення.

4.5.8. При визначенні розмірів вибухонебезпечних зон у приміщеннях слід враховувати:

1) під час проектування вибухонебезпечних установок повинні бути передбачені заходи, які б забезпечували мінімальну кількість та незначні розміри вибухонебезпечних зон;

2) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху газо- пароповітряної вибухонебезпечної суміші, що перевищує 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає весь об'єм приміщення;

- 3) вибухонебезпечна зона класів 20,21, 22 займає весь об'єм приміщення;
- 4) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху газо- пароповітряної вибухонебезпечної суміші, що дорівнює або менше 5 кПа, вибухонебезпечна зона займає частину об'єму приміщення і визначається відповідно до норм технологічного проектування або розраховується технологіями згідно з ГОСТ 12.1.4. За відсутності даних допускається приймати вибухонебезпечну зону в межах до 5 м по вертикалі і горизонталі від технологічного апарата, з якого можливий викид горючих газів або парів ЛЗР;
- 5) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху в приміщенні, що не перевищує 0,5 кПа, вибухонебезпечна зона відсутня;
- 6) при розрахунковому надлишковому тиску вибуху пилоповітряної суміші, парів ГР, що дорівнює або менше 5 кПа, матиме місце пожежонебезпечна зона, що визначається згідно з вимогами розділу 5;
- 7) простір за межами вибухонебезпечних зон класу 2 і 22 не вважається вибухо- безпечним, якщо немає інших умов, що створюють для нього вибухонебезпеку.

4.5.9. Приміщення виробництв, пов'язаних з газоподібним воднем, у яких технологічний процес з урахуванням дії природної витяжної вентиляції унеможливує появу розрахункового надмірного тиску спалахнення, що перевищує визначене галузевими нормами значення як під час нормальної роботи, так і в разі аварії чи виробничої неполадки, мають вибухонебезпечну зону класу 2 тільки у верхній частині приміщення від відмітки 0,75 м загальної його висоти від рівня підлоги, але не вище кранової колії, якщо така є (наприклад, приміщення електролізу води, зарядні станції тягових і стартерних акумуляторних батарей).

4.5.10. У разі використання для фарбування виробів, які можуть утворювати вибухонебезпечні суміші, коли фарбувальні та сушильні камери розміщуються у загальному технологічному потоці виробництва при виконанні вимог ГОСТ

12.3.5, зона вважається вибухонебезпечною в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від відкритих прорізів фарбувальних і сушильних камер.

При безкамерному фарбуванні виробів зона вважається вибухонебезпечною в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від краю ґрат, від свіжофарбованих виробів і ємностей з горючими матеріалами.

Клас вибухонебезпечної зони на відстані 5 м визначається галузевими нормативними документами залежно від способу фарбування і характеристики лако- фарбувальних матеріалів, а також з урахуванням класу вибухонебезпечної зони в приміщенні.

4.5.11. Зона в приміщеннях витяжних вентиляторів вважається вибухонебезпечною того самого класу, що й зона приміщень, які вони обслуговують. Зони в приміщеннях припливних вентиляторів, які обслуговують приміщення з вибухонебезпечними зонами будь-якого класу, не належать до вибухонебезпечних, якщо припливний повітропровід обладнаний зворотними клапанами, що самі закриваються і не допускають проникнення вибухонебезпечних сумішей в приміщення припливних вентиляторів у разі припинення подачі повітря.

За відсутності зворотних клапанів зони в приміщеннях припливних вентиляторів вважаються вибухонебезпечними того самого класу, що й зони при-

міщень, які вони обслуговують.

4.5.12. Класи й розміри вибухонебезпечних зон для зовнішніх вибухонебезпечних установок повинні прийматися відповідно до норм технологічного проектування та особливостей технологічних процесів і затверджуватися в установленому порядку згідно з чинним законодавством.

У всіх випадках слід враховувати досвід експлуатації діючих вибухонебезпечних установок.

За відсутності обмежень у відомчих нормативних документах для зовнішніх установок допускається приймати вибухонебезпечну зону класу 2 в межах до:

- 0,5 м по горизонталі і вертикалі від закритих віконних і дверних прорізів зовнішніх стін приміщення в разі примикання до прорізу вибухонебезпечних зон класів 1,21 (виняток - для прорізів вікон, заповнених склоблоками);

- 3 м по горизонталі і вертикалі від закритих технологічних апаратів, заповнених горючими газами та ЛЗР; від витяжних вентиляторів, які встановлені зовні приміщень і обслуговують приміщення з вибухонебезпечними зонами класів 1,21;

- 5 м по горизонталі і вертикалі від пристрою для викиду із запобіжних і дихальних клапанів смностей і технологічних апаратів з горючими газами або ЛЗР; від відкритих прорізів у зовнішніх стінах приміщення в разі примикання до прорізу вибухонебезпечних зон класів 1,2,21; від розташованих на захисних конструкціях будинків пристроїв для викиду повітря із систем витяжної вентиляції приміщень з вибухонебезпечними зонами класів 1, 21;

- 20 м по горизонталі і вертикалі від місця відкритого зливу і наливу для естакад з відкритим зливом і наливом ЛЗР.

Біля зовнішніх установок, які виділяють в атмосферу горючі газу, пару ЛЗР під час нормальної роботи, має місце обмежена вибухонебезпечна зона класу 1 (наприклад, біля нафтових свердловин, клапанів, місць відкритого зливу і наливу ЛЗР). За відсутності даних у відомчих нормативних документах зону класу 1 допускається приймати в межах не більше 1 м від місця викиду газів, пари ЛЗР. За межами вибухонебезпечної зони класу 1 буде, як правило, присутня вибухонебезпечна зона класу 2.

Зони біля трубопроводів горючих газів, ЛЗР не є вибухонебезпечними за винятком зон класу 2 в межах до 3 м по горизонталі і вертикалі від запірної арматури і фланцевих з'єднань трубопроводів.

4.5.13. Зони в приміщеннях і зони навколо зовнішніх установок, у яких тверді, рідкі і газоподібні горючі речовини спалюються як паливо або утилізуються шляхом спалювання, не належать до вибухонебезпечних. Для установок, що періодично працюють, повинні виконуватися вимоги пункту 4.6.7.

При технологічних процесах з використанням відкритого вогню або поверхонь, нагрітих вище температури самозаймання горючих речовин, що використовуються, зони в приміщеннях і зовні приміщень у межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від відкритого вогню або нагрітих поверхонь не є вибухонебезпечними (наприклад, простір біля електричних печей, що відкриваються).

4.5.14. Вибухонебезпечні зони в приміщеннях, де містяться легкі газу, пара ЛЗР та ГР, що характеризуються як вибухонебезпечні зони класу 1,

допускається зараховувати до вибухонебезпечних зон класу 2 за умови:

1) улаштування систем вентиляції з установкою декількох вентиляційних агрегатів. У разі аварійної зупинки одного з них решта агрегатів повинна повністю забезпечити потрібну продуктивність систем вентиляції, а також достатню рівномірність дії вентиляції в усьому об'ємі приміщення, включаючи підвали, канали та їх повороти;

2) улаштування автоматичної сигналізації, що діє на відключення електроживлення установки в разі виникнення в будь-якому пункті приміщення концентрації горючих газів або пари ЛЗР, що не перевищує 20% нижньої концентраційної межі поширення полум'я, а для шкідливих вибухонебезпечних газів - з урахуванням їх концентрації до гранично допустимої за ГОСТ 12.1.005. Кількість сигнальних приладів, їх розташування, а також система їх резервування повинна забезпечувати безвідмовну дію сигналізації.

Приміщення лабораторій з вибухонебезпечними зонами класу 2 при дотриманні вказаних заходів допускається не зараховувати до вибухонебезпечних.

4.5.15. У приміщеннях без вибухонебезпечних зон, відділених стінами (з дверними прорізами або без них) від вибухонебезпечних зон суміжних приміщень, зону в межах до 5 м по горизонталі і вертикалі від прорізу дверей слід приймати відповідно до табл. 4.6.

Таблиця 4.6. Клас зони приміщення, суміжного з вибухонебезпечною зоною іншого приміщення

Клас вибухонебезпечної зони	Клас зони приміщення, суміжного з вибухонебезпечною зоною іншого приміщення і відділеного від нього	
	стіною (перегородкою) з дверима, які знаходяться у вибухонебезпечній зоні	стіною (перегородкою) без отворів або з отворами, обладнаними тамбур-шлюзами або дверима, які знаходяться поза
1	2	Не вибухо- і не пожежонебезпечна зона
2	Не вибухо- і не пожежонебезпечна зона	Те саме
21	22	Те саме
22	Не вибухо- і не пожежонебезпечна зона	Те саме

У всіх випадках стіни і перегородки між приміщеннями повинні бути пило-газонепроникними, а двері - протипожежними і такими, що відчиняються в бік менш небезпечної зони та самі зачиняються.

Розміщення підстанцій і електроприміщень у будинках і приміщеннях з вибухонебезпечними зонами треба виконувати відповідно до вимог підрозділу «Розподільні пристрої, трансформаторні і перетворювальні підстанції».

4.6. ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.6.1 Електрообладнання, особливо з частинами, що іскрять під час нормальної роботи, рекомендується розташовувати за межами вибухонебезпечних зон, якщо це не викликає особливих утруднень під час його експлуатації. У разі розташування електрообладнання в межах вибухонебезпечної зони воно повинно відповідати вимогам цього розділу Правил.

4.6.2. Використання у вибухонебезпечних зонах пересувних і переносних електроприймачів (машин, апаратів, світильників тощо) слід обмежувати випадками, коли вони необхідні для нормальної експлуатації (див. пункт 4.6.11).

4.6.3. Електрообладнання для вибухонебезпечної зони класів 0, 1, 2 слід обирати і встановлювати так, щоб максимальна температура його поверхні (див. таблицю 4.4) не перевищувала температуру самозаймання будь-якого газу або пари, які можуть бути присутні.

4.6.4. Вибухозахищене електрообладнання і електрообладнання загального призначення, яке використовується в хімічно активних, вологих або запиленних зонах, має бути також захищене від впливу хімічно активного середовища, вологи

і пилу.

4.6.5. Вибухозахищене електрообладнання і електрообладнання загального призначення для зовнішніх установок повинно бути придатне для роботи на відкритому повітрі і захищене від атмосферного впливу (дощ, сніг та ін.).

4.6.6. Вибухозахищене електрообладнання для роботи у вибухонебезпечній суміші повітря з горючими газами або парою ЛЗР повинно застосовуватися тільки для тих категорій і груп вибухонебезпечних сумішей, для яких виконано його вибухозахист, або знаходиться в зоні з вибухонебезпечною сумішшю, зарахованою згідно з таблицями 4.1 і 4.2 до менш небезпечної категорії і групи.

4.6.7. У приміщеннях опалювальних котелень, вбудованих у будинок і призначених для роботи на газоподібному або рідкому паливі з температурою спалаху +61 °С і нижче, потрібно передбачати встановлення вибухозахищених світильників, які вмикаються перед початком роботи котельної установки. Вимикачі для світильників встановлюються зовні приміщення котельної.

Електродвигуни вентиляторів, які вмикаються перед початком роботи котельної установки, їх пускачі, вимикачі та ін., якщо вони розміщені всередині приміщень котельних установок, повинні бути вибухозахищені і відповідати категорії і групі вибухонебезпечної суміші. Проводка до вентиляційного устаткування і світильників повинна відповідати вимогам даного розділу.

4.6.8. Електричні апарати з масляним заповненням оболонки допускається застосовувати на механізмах у місцях, де відсутні поштовхи або вжито заходів проти викиду масла з апарата.

4.6.9. У вибухонебезпечних зонах класів 20, 21 і 22 слід використовувати електрообладнання, призначене для вибухонебезпечних зон із сумішами повітря з горючим пилом або волокнами.

За відсутності такого електрообладнання допускається у вибухонебезпечних зонах класу 20 застосовувати вибухозахищене електрообладнання рівнів «особливо вибухобезпечне» і «вибухобезпечне»,

призначене для роботи в зонах з вибухонебезпечними сумішами повітря з газами або з парою; у зонах класу 21 - вибухозахищене електрообладнання усіх рівнів вибухозахисту, призначене для роботи в зонах з вибухонебезпечними сумішами повітря з газами або парою, а в зонах класу 22 - електрообладнання загального призначення (без вибухозахисту), але таке, що має відповідний захист оболонки від проникнення пилу.

Застосування вибухозахищеного електрообладнання, призначеного для роботи в зонах вибухонебезпечних сумішей повітря з газами або парою, і електрообладнання загального призначення з відповідним ступенем захисту оболонки допускається за умови, якщо максимальна температура поверхні електрообладнання буде не менше ніж на +75 °С нижче температури самозаймання або тління шару пилу завтовшки 5 мм і не менше ніж на +25 °С нижче температури самозаймання пилу завтовшки 12,5 мм за умови, що такий шар є на поверхні електрообладнання. Для пилоповітряної вибухонебезпечної суміші максимальна температура має бути не вище 2/3 температури самозаймання завислого пилу.

На знімних кришках вказаного електрообладнання треба робити попереджувальні написи: «Відкривати, вимкнувши від мережі!».

4.6.10. Вибір електрообладнання для роботи у вибухонебезпечних зонах необхідно виконувати за таблицями 4.7, 4.8, 4.9. За потреби допускається обґрунтована заміна електрообладнання, зазначеного в таблицях, на електрообладнання з більш високим рівнем вибухозахисту і більш високим ступенем захисту оболонки. Наприклад, замість електрообладнання рівня «підвищена надійність проти вибуху» може бути встановлено електрообладнання рівня «вибухобезпечне» або «особливо вибухобезпечне».

Таблиця 4.7. Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електричних машин (стаціонарних і пересувних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту і ступінь захисту
0	Особливо вибухобезпечне електрообладнання
1	Вибухобезпечне електрообладнання
2	Підвищеної надійності проти вибуху
20	Особливо вибухобезпечне і вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог п. 4.6.9)
21	Вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог п. 4.6.9)
22	Без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог п. 4.6.9) Ступінь захисту IP54 Частини машин, що дають іскріння (наприклад, контактні кільця), повинні бути замкнені в оболонку зі ступенем захисту IP54

Таблиця 4.8. Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електричних апаратів і приладів (стаціонарних, пересувних і переносних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту і ступінь захисту
0	Особливо вибухобезпечне електрообладнання
1	Вибухобезпечне електрообладнання
2	Підвищеної надійності проти вибуху. Допускається застосовувати електрообладнання без засобів вибухозахисту для апаратів і приладів, що не іскрять і не нагріваються вище +80 °С в оболонці зі ступенем захисту не
20	Особливо вибухобезпечне і вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог п. 4.6.9)
21	Вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог п. 4.6.9)
22	Без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог п. 4.6.9) оболонки зі ступенем захисту не менше IP54

Таблиця 4.9. Допустимий рівень вибухозахисту і ступінь захисту електричних світильників (стаціонарних і переносних) залежно від класу вибухонебезпечної зони

Клас вибухонебезпечної зони	Рівень вибухозахисту і ступінь захисту
0	Особливо вибухобезпечне електрообладнання
1	Вибухобезпечне електрообладнання
2	Підвищеної надійності проти вибуху з видом захисту «п». Дозволяється застосовувати світильники, в яких відсутні засоби вибухонебезпеки за умови, що максимальна температура поверхні світильника не перевищує значень, які наведені в таблиці 1 ГОСТ 22782.0. Ступінь захисту - IP54. Умови використання таких світильників повинні бути узгоджені в установленому порядку. Світильники з люмінесцентними лампами відповідно до ГОСТ 17677 повинні мати ступінь захисту не нижче IP53
20	Особливо вибухобезпечне і вибухобезпечне електрообладнання (за умови дотримання вимог п. 4.6.9)
21	Електрообладнання підвищеної надійності проти вибуху (за умови дотримання вимог п. 4.6.9)
22	Без засобів вибухозахисту (за умови дотримання вимог п. 4.6.9) оболонки зі ступенем захисту не менше IP54

У зонах, вибухонебезпечність яких визначається перегрітою ГР, може застосовуватися будь-яке вибухозахищене електрообладнання для будь-яких категорій і груп з температурою нагріву поверхні, яка не перевищує температуру самозаймання даної речовини, згідно з таблицею 1ГОСТ 22782.0.

Допускається застосування електрообладнання зі ступенем захисту оболонки не нижче IP44 в разі підтвердження багаторічної безаварійної експлуатації аналогічних виробництв і погодження цього рішення з Держнаглядом у порядку.

4.6.11. Рівень вибухозахисту і ступінь захисту оболонки електроустановки пересувної (переносної) установки, яка використовується у вибухонебезпечних зонах різних класів, повинні вибиратися для зони з найбільшою вибухонебезпекою.

4.6.12. Ступінь захисту оболонки електрообладнання від проникнення води (друга цифра позначення), зазначений у таблицях 4.7, 4.8, 4.9 і в тексті розділу, можна змінювати залежно від умов зони, у якій установлюється електрообладнання.

4.6.13. У разі установлення вибухозахищеного електрообладнання з видом вибухозахисту «заповнення або продування оболонки з надлишковим тиском» повинна бути виконана система вентиляції і контролю надлишкового тиску, температури й інших параметрів, а також усі заходи відповідно до вимог ГОСТ

22782.4 та інструкції з монтажу й експлуатації на конкретну електричну машину або апарат.

Крім того, повинні бути виконані такі вимоги:

1) конструкція фундаментних ям і газопроводів захисного газу повинні унеможливити утворення в них непродувних зон (мішків) з горючими газами або паром ЛЗР;

2) всмоктувальні газопроводи вентиляторів, які забезпечують електроустановку захисним газом, повинні прокладатися зовні вибухонебезпечних зон;

3) газопроводи для захисного газу можуть прокладатися під підлогою приміщень, у тому числі й з вибухонебезпечними зонами, якщо вжито заходів, які унеможливають попадання в ці газопроводи горючої рідини;

4) у вентиляційних системах для здійснення блокувань, контролю і сигналізації повинні використовуватися апарати, прилади й інші пристрої, які вказані в інструкціях з монтажу й експлуатації машини, апарата. Заміна їх іншими виробами, заміна місць їх установлення і підключення без погодження з заводами-виробниками машин або апаратів не допускається;

5) джерело надмірного тиску захисного газу по можливості треба розміщувати за межами вибухонебезпечної зони. У разі розміщення електродвигуна та/або контрольно-вимірювальних пристроїв всередині живильного трубопроводу або необхідності його розміщення у вибухонебезпечній зоні вони повинні мати відповідний вибухозахист (див. таблиці 4.7 та 4.8);

6) захисні гази, які використовуються для очищення, продування та безперервного подавання, мають бути негорючими та нетоксичними, не повинні мати у своєму складі забруднюючих матеріалів, здатних впливати на безпеку роботи електрообладнання. Захисний газ не повинен вмщати кисню більше об'ємного складу повітря;

7) у разі використання повітря як захисного газу джерело повинно розміщуватися в безпечній зоні з урахуванням впливу конструктивних елементів на рух повітря;

8) температура захисного газу на вході в корпус має бути не більше +40 °С.

4.6.14. Електричні машини з видом вибухозахисту «е» допускається

встановлювати тільки на механізмах, де вони не зазнаватимуть перевантажень, частих пусків і реверсів, мати захист від перевантаження з часом спрацьовування не більше Тут $i_e \sim$ час, протягом якого електричні машини нагріваються пусковим струмом від температури, що обумовлена тривалістю роботи за номінальним навантаженням, до граничної температури згідно з таблицею 4.4.

Температурні датчики обмоток, пов'язані з захистом, мають відповідати умовам термозахисту двигуна в разі його гальмування.

Електродвигуни з контактними кільцями необхідно вимикати захисними засобами, що мають уставку з струму, яка не перевищує $4I_n$ електродвигуна.

4.6.15. Для електрообладнання з видом вибухозахисту *вибухонепроникна оболонка «сі» необхідно вживати заходів для запобігання наближенню вибухозахищеного фланцевого з'єднання електрообладнання на відстань ближче ніж зазначено в таблиці 4.10 до будь-якої твердої перешкоди, яка не є частиною електрообладнання, наприклад, до сталевих каркасів, стін, огорож, монтажних кронштейнів, конвеєрів або іншого електричного устаткування, якщо воно не було перевірено на меншу відстань.

На електродвигунах з джерелом змінних частот та напруги мають бути встановлені засоби прямого контролю температури вбудованими датчиками для відключення в разі перевищення її граничного значення.

Таблиця 4.10. Мінімальна відстань до перешкоди від вибухозахищеного фланця залежно від підгрупи газу (пари)

Категорія вибухонебезпеки газу (пари)	Мінімальна відстань, мм
ПА	10
ПВ	30
ПС	40

ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

4.6.16. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу можуть застосовуватися електричні машини з напругою до 10 кВ за умови, що рівень їх вибухозахисту і ступінь захисту за вимогами ГОСТ 17494 відповідають зазначеним у таблиці 4.7 або є більш високими.

Якщо окремі частини машини мають різний рівень вибухозахисту і ступінь захисту, то всі вони повинні бути не нижчими від зазначених у таблиці 4.7.

4.6.17. Для механізмів, що встановлюються у вибухонебезпечних зонах класів 1, 2, 21, можуть застосовуватися електродвигуни без засобів вибухозахисту за таких умов:

а) електродвигуни повинні встановлюватися за межами вибухонебезпечних зон. Приміщення, у якому встановлюються електродвигуни, має бути відокремлено від вибухонебезпечної зони вогнестійкою стіною без прорізів і з вогнестійким перекриттям (покриттям) з межею вогнестійкості не менше 0,75 год, мати евакуаційний вихід і бути забезпечено вентиляцією з п'ятикратним обміном повітря за годину;

б) привід механізму слід здійснювати з допомогою вала, пропущеного крізь стіну, з улаштуванням у ній сальникового ущільнення.

4.6.18. Для витяжних вентиляторів, встановлених на відкритому повітрі, для обслуговування приміщень з вибухонебезпечними зонами класів 0, 1, 20,

21 слід застосовувати електродвигуни підвищеної надійності проти вибуху; для вентиляторів, що обслуговують приміщення з вибухонебезпечними зонами класів

2 і 22, - електродвигуни відповідно до таблиці 4.7.

ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ Й ПРИЛАДИ

4.6.19. У вибухонебезпечних зонах можуть застосовуватися електричні апарати й прилади за умови, що рівень їх вибухозахисту і ступінь захисту оболонки відповідають вимогам, зазначеним у таблиці 4.8, або є більш високими.

4.6.20. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу можуть установлюватися одиночні колонки і шафи керування з будь-яким ступенем захисту оболонки за умови розміщення в них апаратів і приладів, що задовольняють вимоги таблиці

4.8. Якщо конструктивне виконання колонок і шаф відповідає вимогам таблиці

4.8, то в них можна встановлювати апарати й прилади з будь-яким ступенем захисту оболонки.

Кількість колонок і шаф рекомендується обмежувати. За межами вибухонебезпечних зон одиночні апарати, одиночні колонки й шафи керування слід застосовувати без засобів вибухозахисту.

4.6.21. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу електричні роз'єми можуть застосовуватися за умови, якщо вони задовольняють вимоги таблиці 4.8 і розрив у них відбувається всередині закритих розеток. Кількість роз'ємів повинна бути обмежена необхідним мінімумом, і вони мають бути розміщені в місцях, де утворення вибухонебезпечних сумішей найменш імовірно.

Іскробезпечні кола можуть комутуватися роз'ємами загального призначення.

4.6.22. Шафи (коробки) затискачів (клем) рекомендується вносити за межі вибухонебезпечної зони. У разі технічної потреби установлення їх у вибухонебезпечній зоні вони повинні задовольняти вимоги таблиці 4.8.

4.6.23. Апарати захисту і керування для освітлювальних кіл рекомендується установлювати за межами вибухонебезпечних зон.

4.6.24. У разі використання апаратів і приладів з видом вибухозахисту «іскробезпечне електричне коло» слід керуватися такими вимогами:

1) індуктивність і ємність іскробезпечних кіл, у тому числі і приєднувальних кабелів (ємність та індуктивність яких визначається за характеристиками, розрахунками і вимірюваннями), не повинні перевищувати максимальних значень, обумовлених технічною документацією на них. Якщо документацією визначаються конкретний тип кабеля (проводу) і його максимальна довжина, то його заміна можлива тільки за наявності висновку випробувальної організації за ГОСТ 12.2.021;

2) в іскробезпечні кола можуть умикатися вироби, які передбачені технічною документацією на систему і мають маркування «В комплекті...». Допускається вмикати в ці кола датчики загального призначення, що випускаються серійно і не мають власного джерела струму, індуктивності і ємності. До таких датчиків належать серійні термоперетворювачі опору загального призначення, перетворювачі термоелектричні, терморезистори, фотодіоди і подібні їм вироби, які вмонтовані в захисну оболонку;

3) коло, що складене з перетворювача термоелектричного і гальваноме-

тра (мілівольметра) загального призначення, є іскробезпечним для будь-якої вибухонебезпечної зони за умови, що гальванометр не вміщує інших електричних кіл, у тому числі й підсвічування пікали;

4) в іскробезпечні кола можуть вмикатися серійні, загального призначення перемикачі, ключі, збірки затискувачів тощо за умови, що до них не підключені інші іскробезпечні кола; вони закриті кришкою та опломбовані; їх ізоляція розрахована на трикратну номінальну напругу іскробезпечного кола, але не менше ніж на 500 В.

ЕЛЕКТРИЧНІ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНІ МАШИНИ

4.6.25. Електрообладнання кранів (підйомників), ліфтів тощо, які розміщені у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу і беруть участь у технологічному процесі, повинно задовольняти вимоги таблиць 4.7 і 4.8.

4.6.26. Електрообладнання кранів (підйомників), ліфтів, талів тощо, не пов'язаних безпосередньо з технологічним процесом, повинно мати у вибухонебезпечних зонах класів 1, 21 відповідний рівень вибухозахисту для відповідних категорій і груп вибухонебезпечних сумішей, а у вибухонебезпечних зонах решти класів - ступінь захисту оболонки не менше IP44.

Застосування зазначеного електрообладнання допускається тільки за відсутності вибухонебезпечного середовища під час роботи електричних вантажопідіймальних механізмів.

4.6.27. Струмопроводи до кранів, талів тощо у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу повинні виконуватися гнучким кабелем з мідними жилами, які не поширюють горіння, відповідно до вимог ГОСТ12176 (розділи 2 і 3).

Не допускається застосування неізольованих провідників і тролейних шинопроводів як струмопроводів.

ЕЛЕКТРИЧНІ СВІТИЛЬНИКИ

4.6.28. У вибухонебезпечних зонах можуть застосовуватися електричні світильники за умови, що рівень їх вибухозахисту і ступінь захисту відповідають вимогам, зазначеним у таблиці 4.9, або є більш високими.

4.6.29. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу, для яких немає світильників необхідного рівня вибухозахисту, або з техніко-економічної доцільності рекомендується виконувати освітлення світильниками загального призначення (без засобів вибухозахисту) одним із таких способів:

а) через вікна, що не відкриваються, без фрамуг і кватирок, зовні будівлі; у разі одинарного скління вікон світильники повинні мати захисне скло або скляні кожухи;

б) через спеціально влаштовані в стіні ніші з подвійним склінням і вентиляцією ніш з природним провітрюванням зовнішнім повітрям;

в) через ліхтарі спеціального типу зі світильниками, установленими в перекритті з підвісним склінням і вентиляцією ліхтарів з природним провітрюванням зовнішнім повітрям;

г) у коробах, що продуваються чистим повітрям з надлишковим тиском. У місцях, де можливе вибивання скла, для скління коробів слід застосовувати небитке скло;

д) з допомогою освітлювальних пристроїв з щільними світловодами за умови, що ввідні пристрої світловодів з джерелами світла і пускорегулювальними апаратами встановлюються за межами

вибухонебезпечної зони.

4.7. РОЗПОДІЛЬНІ ПРИСТРОЇ (РП), ТРАНСФОРМАТОРНІ (ТП) І ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНІ ПІДСТАНЦІЇ (ПП)

4.7.1. РП напругою до 1000 В і вище, ПП (у тому числі комплектні) з електрообладнанням загального призначення (без засобів вибухозахисту) забороняється розташовувати безпосередньо у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу.

їх рекомендується розташовувати:

1) відкрито (просто неба) або в електрощитових приміщеннях на нормованих відповідно до таблиці 4.11 віддаленнях від приміщень з вибухонебезпечними зонами з важкими горючими газами окрім зовнішніх вибухонебезпечних установок (див. таблицю 4.11, примітки 1, 2);

2) розташовувати ЕП, РП, ПП слід таким чином, щоб довжина кабелів у вибухонебезпечних зонах була по змозі мінімальною;

3) в ЕП, які примикають однією стіною до приміщень з вибухонебезпечними зонами з легкими горючими газами, ЛЗР, ГР, горючим пилом або волокнами.

4.7.2. Допускається розташовувати ЕП так, щоб вони примикали двома або трьома стінами до приміщень з вибухонебезпечними зонами класу 2 з легкими горючими газами, ЛЗР, перегрітими ГР і до приміщень з вибухонебезпечними зонами класів 21,22 або однією стіною до приміщень з вибухонебезпечними зонами з важкими газами будь-якого класу.

4.7.3. Забороняється розташовувати ЕП, РП, ПП безпосередньо над і під приміщеннями з вибухонебезпечними зонами будь-якого класу.

4.7.4. ЕП, що примикають однією і більше стінами до приміщень з вибухонебезпечними зонами, повинні задовольняти такі вимоги:

1. ЕП повинні мати власну, незалежну від приміщень з вибухонебезпечними зонами припливно-витяжну вентиляційну систему, виконану таким чином, щоб через вентиляційні отвори в ЕП не проникали вибухонебезпечні суміші (наприклад, з допомогою відповідного розташування пристроїв для припливних і витяжних систем).

2. В ЕП, які примикають однією стіною до вибухонебезпечних зон класів 1 або 2 з важкими горючими газами, ЛЗР, перегрітими ГР, а також до вибухонебезпечних зон класів 21, 22, повинна бути передбачена припливна вентиляція з механічним спонуканням із п'ятикратним обміном повітря на годину, що забезпечує в ЕП невеликий надлишковий тиск, який унеможливує проникнення у приміщення вибухонебезпечних сумішей.

3. Стіни ЕП, до яких примикають вибухонебезпечні зони, повинні бути виконані з негорючого матеріалу і мати рівень вогнестійкості не менше 0,75 год, бути пило-газонепроникними, не мати вікон і дверей. ЕП слід виконувати без вікон або з вікнами, які не відчиняються або закладені склоблоками завтовшки не менше 100 мм.

4. У стінах ЕП, до яких примикають вибухонебезпечні зони класу 2 з легкими горючими газами, ЛЗР і перегрітими ГР, а також вибухонебезпечні зони класів 21 і 22, можуть виконуватися отвори для введення кабелів і труб електропроводки в ЕП. Ввідні отвори повинні бути герметизовані негорючими

матеріалами (див. пункт 4.8.31).

Введення кабелів і труб електропроводки в ЕП з вибухонебезпечних зон класів 1 і 2 з важкими горючими газами слід виконувати: крізь суміжні приміщення без вибухонебезпечних зон або з локальними вибухонебезпечними зонами; крізь зовнішні стіни, суміжні приміщення з вибухонебезпечними зонами, з яких допускається безпосереднє введення кабелів і труб в ЕП за умови виконання вимог пункту 4.8.32.

5. Виходи з ЕП, розташованих на першому поверсі, слід виконувати безпосередньо назовні. За неможливості виконання цих вимог, а також у разі, коли ЕП розташовані на другому і вище поверхах, виходи з ЕП повинні виконуватися у відповідності зі СНиП 2.01.02, СНиП 2.09.02, а також пункту 4.2.89 ПУЕ.

6. Відстань по горизонталі і вертикалі від зовнішніх дверей і вікон ЕП до зовнішніх дверей і вікон приміщень з вибухонебезпечними зонами класів 1, 2 і 21 повинна бути не менше 4 м до вікон, що не відчиняються, і не менше 6 м до дверей і вікон, які можуть відчинятися. Відстань до вікон, заповнених склоблоками завтовшки 100 мм і більше, не нормується.

4.7.5. Якщо ЕП примикає до приміщень з вибухонебезпечними зонами з важкими горючими газами, то рівень підлоги в ЕП, а також дно кабельних каналів і приямків повинні бути вище рівня підлоги суміжного приміщення з вибухонебезпечними зонами і поверхні землі не менше ніж на 150 мм. Цю вимогу рекомендується виконувати в разі примикання ЕП трьома стінами до приміщень з вибухонебезпечними зонами з ЛЗР класів 1 і 2. Вимога не розповсюджується на маслосбірні ями під трансформаторами. Повинні бути виконані також вимоги пункту 4.7.4.

4.7.6. У ПП, які примикають однією і більше стінами до приміщень з вибухонебезпечними зонами, слід застосовувати трансформатори з охолодженням негорючою рідиною. За потреби встановлення електрообладнання з масляним наповненням воно має розташовуватися відповідно до вимог глави 4.2 ПУЕ в окремих камерах або приміщеннях, які споруджуються, і двері яких повинні бути з ущільненими притулами і рівнем вогнестійкості не менше 0,6 год. Камери і приміщення повинні бути обладнані вентиляцією з механічним спонуканням. Викочування електрообладнання з масляним наповненням повинно бути передбачено назовні або в суміжні приміщення, які не мають вибухо- і пожежонебезпечних зон.

4.7.7. Відстані від приміщень з вибухонебезпечними зонами і від зовнішніх вибухонебезпечних установок до окремо збудованих ЕП, РП, ПП повинні прийматися відповідно до таблиці 4.11.

4.7.8. Якщо для окремо збудованих ЕП, РП, ПП виконані вимоги пункту

4.7.4 (підпункти 2, 6) і пункту 4.7.5 за наявності важких або зріджених горючих газів або пункту 4.7.4 (підпункт 6) за наявності легких горючих газів та ЛЗР, то такі ЕП, РП, ПП допускається розташовувати на відстанях від вибухонебезпечних установок менше зазначених у таблиці 4.11, але ці відстані не повинні бути меншими ніж унормовано СНиП П-89. У цих випадках відстані від ЕП до газгольдерів, резервуарів, зливо-наливних естакад разі виконання відповідних вимог пунктів

4.7.4, 4.7.5 не повинні бути менше зазначених у дужках у таблиці 4.11.

4.7.9. Відстані від ЕП до розташованих у тій самій будівлі приміщень з

вибухонебезпечними зонами слід приймати відповідно до позицій 1-4 таблиці 4.11. При відстанях, менших ніж зазначено в таблиці 4.11, слід для ЕП виконувати вимоги пунктів 4.7.4, 4.7.5, які визначаються під час виконання проектних робіт.

Таблиця 4.11. Мінімально допустимі відстані від окремо збудованих РП, ПП до приміщень з вибухонебезпечними зонами і зовнішніх вибухонебезпечних установок

Приміщення з вибухонебезпечними зонами і зовнішні вибухонебезпечні установки, до яких визначається відстань	Речовини, що використовуються	Відстань від РП, ПС, м	
		розміщених вЕП	відкритих
Приміщення, які повернені до РП, ПС неспалимою стіною без отворів	Важкі гази	10	15
Те саме	Легкі гази, ЛЗР, перегріті ГР, пил, волокна	Не нормується	0,8
Приміщення, які повернені до РП, ПС неспалимою стіною з отворами	Важкі гази	40	60
Те саме	Легкі гази, ЛЗР, перегріті ГР, пил, волокна	6	15
Зовнішні вибухонебезпечні установки, у тому числі проміжні ємності	Важкі гази	60	80
Те саме	Легкі гази, ЛЗР, пил, волокна	12	25
Резервуари, газгольдери	Важкі гази	80 (40)	100
Те саме	Легкі гази	40(20)	60
Зливно-наливні естакади із закритим зливом-наливом	Зріджені гази	80(40)	100
Зливно-наливні естакади з відкритим зливом-наливом	ЛЗР	30(30)	60
Зливно-наливні естакади із закритим зливом-наливом	ЛЗР 1	15(15)	25

1. Відстані, зазначені в таблиці, є відстанями від стін приміщень, у яких вибухонебезпечна зона займає весь об'єм приміщення, або від стінок резервуарів чи від найбільш виступаючих частин зовнішніх вибухонебезпечних установок до стін ЕП і до огорож відкритих РП, ПП. Відстані до підземних резервуарів можуть бути зменшені вдвічі. Відстані в дужках - див. пункт 4.7.8.

2. Відстані від ЕП, РП, ПП до стін приміщень з вибухонебезпечними зонами класу 22 або в яких вибухонебезпечні зони займають неповний об'єм приміщення приймаються у відповідності зі СНиП 11-89 залежно від рівня вогнестійкості будівель.

3. Установки зі зрідженим аміаком слід зараховувати до установок з

легкими горючими газами. Нафту, насичену вуглеводними газами з температурою спалахування не більше +61 °С, слід захищати до ЛЗР.

4. Відстань від резервуарних установок зріджених газів, призначених для газопостачання житлових і громадських будинків, до РП і ПП не повинна бути менше 15 м від підземних резервуарів і 20 м - від наземних.

4.7.10. Забороняється прокладати крізь ЕП, РП, ПП трубопроводи з пожежо- та вибухонебезпечними, а також з шкідливими та їдкими речовинами.

4.7.11. У приміщеннях категорій Г і Д за ОНТП 24, які мають обмежені вибухонебезпечні зони, допускається відкрита установка РП напругою до 1000 кВ і щитів КВПіА, які обслуговують дане виробництво, на відстанях по горизонталі від джерела викиду не менше діаметра зони. У цих випадках в приміщеннях, де відкрито розміщуються щити, слід виконувати автоматизовану сигналізацію відповідно до пункту 4.5.14 (підпункт 2).

4.7.12. У відповідності з відомчими нормативними документами, затвердженими у встановленому порядку згідно з чинним законодавством, відстані і вимоги таблиці 4.11 із спорудження ЕП (пункти 4.7.1, 4.7.2, 4.7.4, 4.7.5) можуть бути більш жорсткими з урахуванням особливостей технологічного процесу і досвіду експлуатації діючих установок.

4.7.13. Сполучення ЕП, спільного з приміщеннями з вибухонебезпечними зонами, допускається виконувати через тамбур-шлюз, якщо:

- тамбур-шлюз споруджується відповідно до СНиП 2.04.05;
- ЕП обслуговує електроустановки даного приміщення;
- ЕП не має постійного обслуговуючого персоналу.

4.7.14. До приміщень, у яких встановлені щити і пульти керування КВПіА, що примикають однією і більше стінами до приміщень з вибухонебезпечними зонами або до окремо збудованих приміщень, застосовуються такі самі вимоги, що й до аналогічно розташованих ЕП.

Відстані від приміщень КВПіА до вибухонебезпечних установок визначаються відповідно до таблиці 4.11 за винятком випадків, коли ці відстані нормуються відповідними ДБН (СНиП) або нормами технологічного проектування.

4.8. ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ, КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ

ВИБІР КАБЕЛІВ І ПРОВОДІВ

4.8.1. У вибухонебезпечних зонах класів 0,1,2 в приміщеннях з вибухонебезпечними зонами класу 20 слід застосовувати кабелі і проводи з мідними жилами, у вибухонебезпечних зонах решти класів допускається застосовувати кабелі і проводи з алюмінієвими жилами за винятком випадків, коли їх застосування не допускається через несприятливі умови середовища експлуатації.

4.8.2. Переріз жил кабелів і проводів силових і освітлювальних кіл повинен бути не менше 1,5 мм для мідних жил і 2,5 мм - для алюмінієвих; вторинних кіл - не менше 1 мм для мідних жил і 2,5 мм - для алюмінієвих. Для вторинних кіл можуть застосовуватися мідні жили перерізом менше 1 мм, якщо ввідні пристрої і контактні затискачі апаратів, що встановлені у вибухонебезпечній зоні, розраховані на присіднання таких провідників.

4.8.3. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу можуть

застосовуватися:

а) проводи з гумовою та полівінілхлоридною ізоляцією;

б) кабелі з гумовою, полівінілхлоридною та паперовою ізоляцією в гумовій, полівінілхлоридній та металевій оболонках.

Забороняється застосування кабелів з алюмінієвою оболонкою у вибухонебезпечних зонах класів 0,1, 2.

Забороняється застосування проводів і кабелів з поліетиленовою ізоляцією або оболонкою у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу.

4.8.4. Кабелі, які прокладаються відкрито у вибухонебезпечних зонах, не повинні поширювати горіння відповідно до ГОСТ12176 (розділи 2 і 3).

4.8.5. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу не допускається застосування неізольованих проводів (виняток - проводи для заземлення).

4.8.6. Ізольовані проводи без оболонок можуть бути застосовані тільки усередині розподільних пристроїв, оболонок апаратів (див. пункт 4.8.11).

4.8.7. Провідники відгалужень до електродвигунів з короткозамкненим ротором повинні мати тривало допустимий струм не менше 125% номінального струму електродвигуна (див. пункт 4.10.2).

4.8.8. У мережах напругою до 1000 В з заземленою нейтраллю переріз жил кабелів або проводів, що використовуються як нульові робочі К- або як нульові захисні РЕ-провідники, слід приймати однаковим з фазним.

Допускається застосовувати кабелі зі зменшеним перерізом жили, яка використовується як РЕ-провідник, у разі підтвердження допустимого значення напруги дотику за вимогами ГОСТ 12.1.038.

Нульові робочі або нульові захисні відповідно № і РЕ-провідники (виконані окремою жилою кабеля або проводу) повинні мати ізоляцію, рівноцінну ізоляції фазних провідників.

4.8.9. Гнучкий струмопровід напругою до 1000 В у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу слід виконувати гнучким (який призначений для приєднання до пересувного електрообладнання) кабелем із мідними жилами.

У цих випадках для вибухонебезпечних зон класів 1 і 2 кабелі повинні бути броньованими, у захисному шланзі або в герметичному металорукаві.

ПРОКЛАДАННЯ ПРОВІДІВ І КАБЕЛІВ

4.8.10. У випадках, не обумовлених вимогами цього розділу, прокладання кабелів і проводів слід виконувати відповідно до глави 2.1 ПУЕ.

Способи прокладання кабелів, які дозволяються для вибухонебезпечних зон, зазначені в таблиці 4.12.

4.8.11. Прокладання ізольованих проводів у вибухонебезпечних зонах слід виконувати в сталевих водогазопровідних звичайних трубах за ГОСТ 3262. У вибухонебезпечних зонах класів 2 і 22 прокладання кабелів може виконуватися в сталевих водогазопровідних легких трубах. Ці труби можна використовувати для захисту кабелів в окремих місцях від механічних пошкоджень.

Таблиця 4.12. Допустимі способи прокладання кабелів у вибухонебезпечних зонах

№ з/п	Спосіб прокладання кабелів	Клас вибухонебезпечної зони, у якій допускається прокладати кабель		Примітка
		броньований	неброньований	
Вибухонебезпечні установки в приміщеннях				
1	Відкритий: на кабельних конструкціях, лотках, тросах, вздовж будівельних конструкцій тощо	0*, 1, 2, 20*, 21	2**, 22	
2	У коробах: - перфорованих - неперфорованих (суцільних)	0*, 1, 2, 20*, 21	2**, 2, 22	
3	У каналах: - не засипаних піском, ґрунтом - засипаних піском, ґрунтом - пилоущільнених (наприклад, покритих асфальтом)	1 1 21	2 2 22	Див. 4.8.25 При легких газах При важких газах 1 парах
4	У сталевих трубах, герметичних металорукавах	-	Всі класи	Див. 4.8.11
Зовнішні вибухонебезпечні установки				
5	Відкритий: на кабельних конструкціях, лотках, у перфорованих коробах, вздовж будівельних конструкцій тощо	0М	2***	
6	У каналах: - не засипаних піском, ґрунтом - засипаних піском, ґрунтом	- —	2 2	При легких газах При важких газах
7	У ґрунті (траншеї) Те саме за відсутності механічного і хімічного впливу	1,2	2****	
<p>* У зонах 0 і 20 повинна застосовуватися трубна електропроводка. При відкритому прокладанні кабелів у вибухонебезпечних зонах класів 0 і 20 необхідно передбачати додатковий захист у відповідності з умовами навколишнього середовища (механічний, хімічний, електричний).</p> <p>** Мережі освітлення, які прокладаються вище 2 м над рівнем підлоги.</p> <p>*** У разі механічного впливу неброньовані кабелі слід прокладати у вибухонебезпечних зонах класу 2 в неперфорованих (суцільних) коробах або сталевих трубах (див. пункт 4.8.11).</p> <p>**** Мережі напругою до 1000 В.</p>				

4.8.12. Кабелі у вибухонебезпечних зонах рекомендується прокладати відкрито потоками згідно з вимогами глави 2.1 ПУБ. Прокладання неброньованих кабелів у трубах рекомендується виконувати в разі

неможливості виконання інших способів прокладання.

4.8.13. Кабелі і проводи іскробезпечних кіл можуть бути прокладені будь-яким із зазначених у пунктах 4.8.11, 4.8.12 способів прокладання.

Інші способи слід застосовувати відповідно до вимог чинних нормативних документів.

4.8.14. Багатошарове, пучками і одношарове без щілин на лотках і в коробах рекомендується прокладати силові кабелі напругою до 1000 В з перерізом жил до 16 мм² і кабелі вторинних кіл (див. главу 2.1 ПУЕ).

4.8.15. У вибухонебезпечних зонах класів 21 і 22 кабелі рекомендується про* кладати таким чином, щоб кількість пилу, яка на них осідає, була мінімальна.

4.8.16. З'єднувальні і відгалужувальні коробки для електропроводок повинні задовольняти вимоги таблиці 4.8 та пункти 4.6.9, 4.6.10. Установлення таких коробок у вибухонебезпечних зонах класів 1 і 21 має бути по змозі обмежене, за винятком групових освітлювальних мереж. Коробки, у яких розгалуження кабелів не виконується, повинні мати ступінь захисту оболонки IP54 для вибухонебезпечних зон усіх класів.

4.8.17. Вводи проводів, прокладених у трубах, у машини, апарати, світильники тощо повинні виконуватися разом з трубою. У цьому випадку на вводи слід установлювати роздільне ущільнення, якщо у відному пристрої машини, апарата або світильника таке ущільнення відсутнє.

4.8.18. У разі переходу труб електропроводки з приміщення з вибухонебезпечними зонами класів 1 і 2 в приміщення з нормальними зонами, вибухонебезпечними зонами іншого класу, з іншою категорією або групою вибухонебезпечної суміші або назовні труба з проводами в місці проході крізь стінку повинна мати роздільні ущільнення у спеціально для цього призначених коробках.

У вибухонебезпечних зонах класів 2 і 22, включаючи зовнішні вибухонебезпечні установки, роздільні ущільнення встановлювати не потрібно.

Роздільні ущільнення слід установлювати:

а) у безпосередній близькості від місця входу труби в приміщення з вибухонебезпечними зонами;

б) у разі переходу труб з вибухонебезпечної зони одного класу у вибухонебезпечну зону іншого класу - у приміщенні вибухонебезпечної зони з більш високою категорією і групою вибухонебезпечної суміші;

в) у разі переходу труб з однієї вибухонебезпечної зони в іншу такого самого класу - у приміщенні вибухонебезпечної зони з більш високою категорією і групою вибухонебезпечної суміші.

Допускається установлення роздільних ущільнень з боку вибухонебезпечної зони або зовні, якщо у вибухонебезпечній зоні установлення роздільних ущільнень неможливе.

4.8.19. Не допускається використання з'єднувальних і відгалужувальних коробок для роздільних ущільнень.

4.8.20. Роздільні ущільнення, які встановлені в трубах електропроводки, повинні випробовуватися надлишковим тиском повітря 250 кПа (близько 2,5 ат) протягом 3 хв. На термін випробувань допускається падіння тиску не більше ніж до 200 кПа.

4.8.21. Довжину кабелів напругою вище 1000 В, що прокладаються у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу, слід по змозі обмежувати.

4.8.22. Введення кабелів в електричні машини і апарати повинно виконуватися із застосуванням ввідних пристроїв. Місця введення повинні бути ущільнені відповідно до категорії вибухонебезпечної зони.

Введення трубних електропроводок у машини і апарати, які мають вводи тільки для кабелів, забороняється.

У вибухонебезпечних зонах класів 2, 22 для машин великої потужності, які не мають ввідних муфт, допускається кінцеві розгалуження всіх видів встановлювати в шафах (які продуваються або зі ступенем захисту IP54), розміщених у місцях, доступних обслуговуючому персоналу (наприклад, у фундаментних ямах, які відповідають вимогам пункту 4.6.13).

4.8.23. Якщо у вибухонебезпечній зоні кабель прокладено в сталевій трубі, то в разі переходу труби з цієї зони у вибухонебезпечну зону або в приміщення з вибухонебезпечною зоною іншого класу або з іншими категорією чи групою вибухонебезпечної суміші труба з кабелем у місці переходу крізь стіну повинна мати роздільне ущільнення та задовольняти вимоги пунктів 4.8.17 та 4.8.18.

Роздільні ущільнення не встановлюються, якщо:

а) труби, у яких прокладені кабелі, виходять з будинку назовні, а кабелі прокладаються далі відкрито;

б) труби використовуються для захисту кабеля від механічного впливу і обидва їх кінці знаходяться у межах однієї вибухонебезпечної зони.

4.8.24. У вибухонебезпечних зонах вибір рівнів розміщення кабельних трас слід виконувати з урахуванням питомої ваги газів, парів ЛЗР.

В разі паралельного прокладання в приміщенні відстань від кабелів до трубопроводів з горючими газами та ЛЗР повинна бути не менше ніж 1м, а при виконанні захисних заходів (перегородки, екрани) - не менше ніж 0,5 м. У разі їх перехрещування повинні виконуватися вимоги глави 2.1 ПУБ.

4.8.25. У разі прокладання кабелів у приміщенні з вибухонебезпечними зонами з важкими горючими газами, парами ЛЗР слід уникати улаштування кабельних каналів. За потреби влаштування кабельних каналів вони повинні бути повністю засипані піском, ґрунтом, рівень яких повинен періодично відновлюватися в процесі експлуатації. У місцях можливого розливу ЛЗР канали мають покриватись асфальтом.

Тривало допустимі струми кабелів, засипаних піском, ґрунтом, повинні прийматися у відповідності з вимогами глави 1.3 ПУБ як для кабелів, прокладених відкрито, з урахуванням поправочних коефіцієнтів на кількість кабелів, що є в роботі.

Улаштування кабельних каналів у будинках, зарахованих до категорій А і Б з вибухонебезпечними зонами з важкими горючими газами, парами ЛЗР, не допускається.

4.8.26. Кабелі у вибухонебезпечних зонах, по можливості, мають бути безперервними. Якщо виникає необхідність з'єднання, їх захист повинен електрично та механічно відповідати категорії вибухонебезпеки середовища.

З'єднання провідників, за винятком з'єднань у трубопроводах з вибухонебезпечним обладнанням або іскробезпечними колами, мають виконуватися методом опресовування спеціальними з'єднувачами з запобіжними гвинтами, зварюванням або паянням тугоплавким припоєм. Пайка може допускатися, якщо з'єднувані провідники попередньо кріпляться механічними засобами.

У вибухонебезпечних зонах класів 0, 1, 2 та у приміщеннях зон 20 та 21 рекомендується застосовувати спеціальні кабелі (ВБВ з індексом НГ).

4.8.27. Кабелі і проводи, які приєднуються до електрообладнання з видом вибухозахисту «іскробезпечне електричне коло», повинні задовольняти такі вимоги:

1) іскробезпечні електричні кола мають прокладатися окремо від інших кіл з дотриманням вимог ГОСТ 22782.5;

2) використання одного кабеля для іскробезпечних та іскронебезпечних кіл не допускається;

3) кабелі і проводи іскробезпечних кіл повинні бути захищені від електричних наводок, що порушують їх іскробезпечність;

4) в іскробезпечних колах мають бути використані тільки ізольовані проводи, які витримують випробувальну напругу, провідник-екран та екран-заземлення не менше 500 В;

5) якщо використовуються багатожильні провідники, їх кінці мають бути захищені від розпадання на окремі жилки. Діаметр провідників у вибухонебезпечній зоні має бути не менше 0,1 мм;

б) екран має бути заземлений тільки в одній точці, як правило, в безпечній зоні;

7) якщо екран має високий опір або вимагається екранування від перешкод, допускається багаторазове заземлення;

8) у системі заземлення мають бути використані два мідних провідники перерізом не менше 1,5 мм² або один провідник перерізом не менше 4 мм².

4.8.28. Броня кабеля має бути приєднана до системи зрівнювання потенціалів через кабельний ввід або в кожному кінці траси кабеля.

Якщо вздовж кабеля знаходяться розподільні коробки або інші прилади, має бути забезпечена безперервність електричного з'єднання броні по всій довжині кабеля.

4.8.29. Провідники іскробезпечних та іскронебезпечних кіл мають бути відділені ізоляційними або заземленими металевими конструкціями.

4.8.30. Клеми іскробезпечних та іскронебезпечних кіл мають відділятися перегородками або мати проміжок не менше 50 мм.

4.8.31. Проходи кабелів і труб крізь стіни та перекриття слід виконувати відповідно до вимог глави 2.1 ПУЕ.

Отвори в стінах і в підлозі для проходу кабелів і труб електропроводки повинні бути щільно замуrowані неспалимими матеріалами та елементами відповідно до категорії вибухозахисту. Такі вимоги поширюються на невикористані отвори та вводи в електрообладнанні.

4.8.32. Крізь вибухонебезпечні зони будь-якого класу в приміщеннях забороняється прокладати транзитні кабельні лінії усіх напруг, які не мають відношення до даного технологічного процесу (виробництва в складі основних і допоміжних цехів і приміщень). На відстані менше 5 м по горизонталі і вертикалі від вибухонебезпечної зони допускається прокладання транзитних кабелів за умови вжиття додаткових захисних заходів, наприклад, у трубах, неперфорованих суцільних коробах, замкнених каналах будівельних конструкцій.

4.8.33. У зовнішніх вибухонебезпечних установках прокладання кабелів рекомендується виконувати відкрито: на кабельних естакадах, у частково закритих кабельних галереях, на технологічних естакадах, вздовж стін будинків. При змозі потрібно обмежувати прокладання кабелів у підземних

кабельних спорудах (тунелях, каналах, блоках) і траншеях.

4.8.34. Зовнішні кабельні естакади, частково закриті галереї при прокладанні на них транзитних кабелів слід розміщувати на відстані не менше 6 м від меж зовнішніх вибухонебезпечних зон та від приміщень, зарахованих до категорій А або Б згідно з вимогами ОНТП-24.

У разі прокладання на кабельних естакадах, галереях кабелів, призначених тільки для даного виробництва (основних і допоміжних будинків і споруд), відстань від приміщень з вибухонебезпечними зонами і від зовнішніх вибухонебезпечних установок не нормується.

Торці відгалужень від кабельних естакад для підведення кабелів до приміщень з вибухонебезпечними зонами або до зовнішніх вибухонебезпечних установок можуть примикати безпосередньо до стін приміщень з вибухонебезпечними зонами і до зовнішніх вибухонебезпечних установок, у тому числі до окремих резервуарів з ЛЗР. Допускається також прокладання кабелів у наземних лотках від кабельних естакад до окремих резервуарів.

Під'їзд пожежних автомобілів до кабельних естакад, галерей допускається тільки з одного їх боку.

4.8.35. Уздовж естакад з трубопроводами горючих газів і ЛЗР, крім кабелів, призначених для власних потреб (для керування засувками трубопроводів, сигналізації, диспетчеризації тощо), допускається прокладати на кабельних конструкціях до 30 кабелів на відстані не менше 0,5 м від трубопроводів, по змозі з боку трубопроводів з негорючими речовинами. У цих випадках неброньовані кабелі повинні прокладатися в сталевих трубах або коробах. У разі відділення кабелів від трубопроводів глухими захисними конструкціями з рівнем вогнестійкості не менше 0,75 год неброньовані кабелі слід прокладати відкрито. При кількості кабелів більше 30 їх слід прокладати на кабельних естакадах і галереях як окремо збудованих, так і споруджених на спільних будівельних конструкціях з трубопроводами горючих газів і ЛЗР при відокремленні їх від трубопроводів суцільними захисними конструкціями з межею вогнестійкості не менше 0,75 год. На кабельних естакадах і галереях як окремо збудованих, так і споруджених на технологічних естакадах слід прокладати неброньовані кабелі.

4.8.36. Кабельні естакади можуть перехрещуватися з естакадами з трубопроводами горючих газів і ЛЗР як зверху, так і знизу. У цих випадках повинні виконуватися такі вимоги:

1) на ділянці перехрещення не менше 1,5 м в обидва боки від зовнішніх габаритів естакади з трубопроводами горючих газів і ЛЗР естакади повинні бути розділені суцільною горизонтальною захисною конструкцією з рівнем вогнестійкості не менше 0,75 год. При кількості кабелів до 15 в місці перехрещення допускається не споруджувати кабельну естакаду: кабелі можуть прокладатися в трубах або просто в закритому сталевому коробі з товщиною стінки не менше 1,5 мм;

2) на ділянці перехрещення не повинно бути ремонтних площадок, а на трубопроводах не повинно бути фланцевих з'єднань, компенсаторів, запірної арматури тощо;

3) у місцях перехрещення на кабелях не повинні встановлюватися кабельні муфти;

4) відстань між трубопроводами з горючими газами і ЛЗР та кабельною естакадою повинна бути не менше 0,5 м.

4.8.37. Зовнішні кабельні канали слід споруджувати на відстані не менше 1,5 м від стін приміщень з вибухонебезпечними зонами всіх класів.

У місцях входу у вибухонебезпечну зону цих приміщень, а також в електро- приміщення канали повинні повністю засипатися піском, ґрунтом на довжину не менше 1,5м (рівень піску, ґрунту повинен періодично оновлюватися) і відділятися від будівлі пило- газонепроникною перегородкою.

4.8.38. У зовнішніх кабельних каналах, розміщених у вибухонебезпечних зонах класу 2 або на території між цими вибухонебезпечними зонами, через кожні 100 м потрібно встановлювати піщані перемички завдовжки не менше 1,5 м. За наявності важких газів або парів ЛЗР рекомендується засипання каналів на всій довжині, у місцях можливого розливу ЛЗР канали потрібно покривати асфальтом (див. пункт 4.8.25).

4.8.39. Спорудження кабельних тунелів та шахт на території підприємства з вибухонебезпечними зонами з важкими горючими газами, парами ЛЗР не рекомендується.

Кабельні тунелі повинні споруджуватися за таких умов:

1) кабельні тунелі повинні споруджуватися, як правило, за межами вибухонебезпечних зон;

2) у разі перетинання межі вибухонебезпечної зони в кабельному тунелі повинна бути споруджена пило- газонепроникна перегородка з рівнем вогнестійкості не менше 0,75 год;

3) у кабельних тунелях мають бути виконані протипожежні заходи згідно з вимогами глави 2.1 ПУЕ;

4) виходи з тунелю та вентиляційних шахт тунелю повинні бути за межами вибухонебезпечної зони.

4.9. СТРУМОПРОВОДИПОВІТРЯШ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧІ

4.9.1. Забороняється застосування струмопроводів і шинопроводів без засобів вибухозахисту у вибухонебезпечних зонах приміщень класів 1,21 і 22, а також для зовнішніх вибухонебезпечних установок.

Допускається в приміщеннях з вибухонебезпечними зонами класу 2 застосування шинопроводів напругою до 1000 В без засобів вибухозахисту за таких умов:

1) шини, включаючи місця з'єднань і приєднань, повинні бути ізольовані;

2) шини мають бути мідними;

3) нерознімне з'єднання шин має виконуватися зварюванням;

4) болтові з'єднання (наприклад, у місцях приєднання шин до апаратів і між секціями) повинні мати пристрій, який унеможливує довільне відгвинчування;

5) шинопроводи мають захищатися металевими кожухами для забезпечення ступеня захисту не нижче IP31. Кожухи повинні відкриватися тільки з допомогою спеціальних (торцевих) ключів.

4.9.2. Струмопроводи напругою вище 1000 В до 10 кВ в оболонці зі ступенем захисту не нижче IP54 можуть прокладатися на території підприємства з вибухонебезпечними зонами на спеціальних естакадах,

естакадах з трубопроводами горючих газів і ЛЗР і естакадах КВПіА, якщо відсутні небезпечні наводки на кола КВПіА від струмопроводів. Струмопроводи слід прокладати на відстані не менше 0,5 м від трубопроводів, по змозі з боку трубопроводів з негорючими речовинами. Повинно бути унеможливлене механічне пошкодження струмопроводу. Струмопровід слід прокладати на відстані не менше 6 м від межі зовнішньої вибухонебезпечної зони і від приміщень, зарахованих до категорії А або Б згідно з вимогами ОНТП-24.

4.9.3. Допускається прокладати відкриті струмопроводи напругою до 10 кВ на території підприємства з вибухонебезпечними зонами на спеціально для цього призначених естакадах або опорах.

Мінімально допустиму відстань від відкритих струмопроводів (гнучких і жорстких) до приміщень з вибухонебезпечними зонами і зовнішніх вибухонебезпечних установок слід приймати згідно з таблицею 4.11 як для відкритих РП, ПС, але вона повинна бути не менше півторакратною висоти опори струмопроводу.

Ті самі вимоги стосуються відстаней від ПЛ і контактних мереж електротранспорту до приміщень з вибухонебезпечними зонами і зовнішніх вибухонебезпечних установок.

4.10. ЕЛЕКТРИЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ

4.10.1. Захист ліній живлення напругою вище 1000 В і приєднаних до них електроприймачів повинен задовольняти вимоги глав 3.2 і 5.3 ПУЕ та даного розділу цих Правил. Захист електродвигунів від однофазних замикань на землю і перевантаження повинен виконуватися незалежно від потужності електродвигуна, а захист від багатofазних КЗ і перевантажень має бути дворелейним або трирелейним. Кабелі і проводи в мережах напругою вище 1000 В повинні бути перевірені на нагрівання струмом КЗ.

4.10.2. Кабелі і проводи силових, освітлювальних і вторинних кіл у мережах напругою до 1000 В повинні бути захищені від коротких замикань, перевантажень і замикань на землю, а їх переріз слід вибирати згідно з вимогами глави 3.1 ПУЕ. Для вибухонебезпечних зон усіх класів кратність струмів КЗ струмам уставок захисних пристроїв повинна відповідати вимогам пункту 4.10.3. Викладені вимоги, а також вимоги пункту 4.8.7 не поширюються на запірну арматуру електродвигунів, яка встановлена у вибухонебезпечній зоні класу 2 зовнішніх вибухонебезпечних установок.

4.10.3. Автоматичне відключення аварійної ділянки мережі напругою до 1000 В забезпечується, якщо розрахункове значення мінімального струму КЗ перевищує не менше ніж 4 рази номінальний струм плавкої вставки найближчого запобіжника і не менше ніж у 6 разів струм розчіплювача автоматичного вимикача, що має протилежну від струму характеристику. В разі захисту мереж автоматичними вимикачами, які мають тільки електромагнітний розчіплювач (відсічку), кратність струму КЗ щодо уставки слід приймати не менше 1,4 для автоматичних вимикачів з номінальним струмом до 100 А і не менше 1,25 - з номінальним струмом понад 100 А.

4.10.4. Захист мереж напругою до 1000 В від КЗ рекомендується викону-

вати автоматичними вимикачами, використовуючи максимальні миттєво діючі розчіплювачі і спеціальні розчіплювачі, які діють у зоні струмів однофазних КЗ.

4.10.5. Не допускається у вибухонебезпечних зонах усіх класів установлювати захисні і комутаційні апарати в колах захисних провідників і в колах нульових робочих провідників, сумішених із захисними провідниками.

Захист нульових робочих провідників від струмів КЗ не обов'язковий. У разі його виконання для одночасного відключення фазного і нульового робочого провідників повинні застосовуватися двополюсні автоматичні вимикачі.

4.10.6. У вибухонебезпечних зонах класів 0, 20 слід, а у вибухонебезпечних зонах класів 1, 2, 21, 22 рекомендується застосовувати захисне відключення.

4.10.7. В електроустановках з глухозаземленою нейтраллю, для резисторних нагрівальних пристроїв слід застосовувати ПЗВ із диференціальним струмом спрацьовування 30 мА для вибухонебезпечних зон усіх класів. В електроустановках з ізольованою нейтраллю повинен використовуватися контрольний прилад ізоляції так, щоб можна було відключати живлення, коли опір ізоляції стане менше ніж 50 Ом на 1 В номінальної напруги.

4.10.8. Кожна електрична машина, яка встановлюється у вибухонебезпечній зоні, повинна бути захищена від нагрівання, що перевищує допустимий рівень температури, і перевантажень. Як захисні пристрої можуть використовуватися: теплові реле, які вибрані на номінальний струм двигуна, установлені в усіх фазах і впливають на відключення пускача, розривна потужність якого повинна дорівнювати або бути більшою пускового струму двигуна; пристрої для безпосереднього контролю температури з допомогою температурних датчиків, які вмонтовані в двигун; інші еквівалентні пристрої.

4.11. ЗАХИСНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТ ВІД НЕБЕЗПЕЧНОГО ІСКРІННЯ

4.11.1. У приміщеннях вибухонебезпечних зон і зовні можуть застосовуватися електроустановки напругою до 1000 В з ізольованою, заземленою глухо чи заземленою через опір нейтраллю.

У мережах з глухозаземленою нейтраллю слід застосовувати систему заземлення типу ТТ[^]-в або ТТ[^]-С-Б згідно з ГОСТ 30331.2. У разі застосування системи заземлення типу ТТ[^]-С-в об'єднання нульового робочого N-провідника і нульового захисного РЕ провідника у вибухонебезпечній зоні забороняється. У будь-якій точці переходу від ТТ[^]-С (функції нульового захисного і нульового робочого провідників об'єднані в одному провіднику) до ТК-в системи захисний провідник повинен бути з'єднаний із системою зрівнювання потенціалу в безпечній зоні.

В мережах з ізолюваною нейтраллю або нейтраллю заземленою через опір слід застосовувати систему заземлення типу IT згідно з ГОСТ 30331.2 із забезпеченням сигналізації першого замикання на землю, а також пристрою контролю ізоляції. Електроустановки у вибухонебезпечних зонах класів 0, 20 необхідно відключати миттєво у разі першого замикання на землю пристроями контролю ізоляції або захисного відключення. Повинен бути виконаний автоматичний контроль справності пробивного запобіжника.

На ділянці мережі від РП і ПС, що знаходяться за межами вибухонебезпечної зони, до щита, розподільного пункту тощо, які також знаходяться за межами вибухонебезпечної зони і від яких живляться електроприймачі, розташовані у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу, допускається застосовувати нульовий робочий провідник як захисний. Для цієї мети можна використовувати алюмінієву оболонку живильного кабеля за умови дотримання вимог ГОСТ 30331.3 до РЕИ- провідників. Якщо ділянка цієї мережі частково проходить через вибухонебезпечну зону, то додатково слід виконувати вимоги пунктів 4.8.1, 4.8.3, 4.8.10.

4.11.2. Для електроустановок будь-якого рівня напруги, які установлені у вибухонебезпечних зонах класів 0, 20, необхідно обмежувати значення і тривалість струму замикання на землю. Захист від замикання на землю повинен діяти миттєво. Для вибухонебезпечних зон класу 1 у зазначених умовах також вимагається миттєвий захист від замикання на землю.

4.11.3. У вибухонебезпечних зонах усіх класів повинно бути виконано зрівнювання потенціалів відповідно до пункту 1.7.4711UE.

У системах TX та IT усі відкриті та сторонні струмопровідні частини мають бути з'єднані у систему зрівнювання потенціалів.

У системі IT може бути використана система місцевого зрівнювання потенціалів.

4.11.4. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу підлягають зануленню (заземленню):

- а) електроустановки всіх напруг змінного і постійного струмів;
- б) електрообладнання, встановлене на занулених (заземлених) металевих конструкціях. Ця вимога не стосується електрообладнання, встановленого всередині занулених (заземлених) корпусів шаф і пунктів.

В цих електроустановках-необхідно контролювати наявність струму витоку між нульовим робочим та захисним провідниками.

4.11.5. Як нульові захисні провідники повинні бути використані провідники, спеціально призначені для цієї мети.

Допускається використання металевих і залізобетонних конструкцій будинків, конструкцій і трубопроводів виробничого призначення, сталевих труб електропроводки, металевих оболонок кабеля тощо як нульових захисних провідників тільки як додатковий захист.

4.11.6. В електроустановках напругою до 1000 В із заземленою нейтраллю занулення електрообладнання повинно здійснюватися:

- а) у силових мережах у вибухонебезпечних зонах будь-якого класу окремою жилою кабеля або проводу;
- б) в освітлювальних мережах у вибухонебезпечних зонах усіх класів окремим проводом, прокладеним від світильника до групового щитка.

4.11.7. Занулення (заземлення) іскробезпечних кіл виконувати не слід, за винятком випадків, якщо цього потребують умови роботи і це обумовлено

технічною документацією на виріб.

4.11.8. Нульові захисні провідники на всіх ділянках мережі повинні бути, як правило, прокладені в спільних оболонках, трубах, коробах з фазними провідниками.

4.11.9. Системи безпечної наднизької напруги не приєднуються до заземлення, струмопровідних частин та захисних провідників, які віднесені до інших кл.л.

4.11.10.3 метою запобігання іскрінню електрообладнання має бути підключено через роз'єднувальний трансформатор. У разі такого підключення до трансформатора приєднується тільки одна одиниця електрообладнання.

4.11.11. Розрахункова перевірка повного опору петлі фаза-нуль в електроустановках напругою до 1000 В із заземленою нейтраллю повинна передбачатися для всіх електроприймачів, розміщених у вибухонебезпечних зонах класів 0, 1, 20 і 21 і вибірково (але не менше 10% загальної кількості) для електроприймачів, розміщених у вибухонебезпечних зонах класів 2 і 22, що мають найбільший опір петлі фаза-нуль.

4.11.12. В електроустановках напругою до 1000 В і вище з ізолюваною нейтраллю заземлювальні провідники можуть прокладатися як у спільній оболонці з фазними, так і окремо від них.

Магістралі заземлення повинні бути приєднані до заземлювачів у двох або більше місцях і по змозі з протилежних кінців приміщення.

4.11.13. Блискавкозахист будинків, споруд і зовнішніх установок, які мають вибухонебезпечні зони, повинен виконуватися відповідно до інструкції РД34.21.122.

4.11.14. При виконанні відгалужень від ПЛ у будинки, які мають вибухонебезпечні зони, слід урахувати вимоги пункту 2.4.26 ПУБ.

4.11.15. Захист установок від статичної електрики повинен виконуватися згідно з ГОСТ 12.4.124, ГОСТ 12.1.18 та ДНАОП 0.00-1.29-97.

4.11.16. У вибухонебезпечних зонах будь-якого класу для запобігання утворенню іскор, які можуть запалити вибухонебезпечну зону, необхідно уникати будь-якого контакту з оголеними частинами, що перебувають під напругою, крім іскробезпечних. Там, де ці вимоги не можуть бути виконані за рахунок конструкції, потрібно вживати інших заходів безпеки. У зазначених випадках може стати достатньою лише наявність попереджувальної таблички.

5. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ У ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОНАХ

5.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

5.1.1. Даний розділ Правил поширюється на всі види електроустановок, які розміщуються в пожежонебезпечних зонах усередині і поза приміщеннями: стаціонарні, переносні і пересувні. Ці електроустановки повинні відповідати також вимогам розділів 1-6 ПУЕ, НАПБ А.01.001 та розділів цих Правил у тій мірі, у якій вони не змінені даним розділом.

5.2. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

5.2.1. Пожежонебезпечна зона - простір у приміщенні (див. пункт 4.2.26.) або за його межами, у якому постійно або періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини як при нормальному технологічному процесі, так і при його порушенні в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації.

5.3. КЛАСИФІКАЦІЯ ПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕЧНИХ ЗОН

5.3.1. Клас пожежонебезпечних зон згідно з класифікацією, наведеною в пунктах 5.3.2-5.3.5, та їх межі визначаються технологами разом з електриками проектною або експлуатуючою організацією.

Клас пожежонебезпечних зон характерних виробництв повинен відображатися в нормах технологічного проектування або в галузевих переліках виробництв за вибухопожежонебезпекою.

У приміщеннях з виробництвом (і складів) категорії В згідно з ОНТП-24 електрообладнання повинно відповідати вимогам даного розділу і зараховуватися до електрообладнання в пожежонебезпечних зонах відповідного класу.

5.3.2. Пожежонебезпечна зона класу П-I - простір у приміщенні, у якому знаходиться горюча рідина, яка має температуру спалаху більше 4 61 °C (див. пункт 4.2.15).

5.3.3. Пожежонебезпечна зона класу П-II - простір у приміщенні, у якому можуть накопичуватися і виділятися горючий пи́л або волокна (див. пункт 4.5.8 (підпункт б)).

5.3.4. Пожежонебезпечна зона класу П-IIIa - простір у приміщенні, у якому знаходяться тверді горючі речовини та матеріали.

5.3.5. Пожежонебезпечна зона класу П-III - простір поза приміщенням, в якому знаходяться горюча рідина, яка має температуру спалахнення понад +61 °C або тверді горючі речовини.

5.3.6. Зони в приміщеннях або за їх межами до 5 м по горизонталі та вертикалі від апарата, в якому знаходяться горючі речовини, але технологічний процес ведеться із застосуванням відкритого вогню, розжарених частин або технологічні апарати мають поверхні, нагріті до температури самозаймання горючої пари, пилу або волокон, не відносяться в частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних зон.

Клас середовища за межами вказаної 5-метрової зони слід визначати залежно від технологічних процесів, які застосовуються в цьому середовищі.

Зони в приміщеннях або за їх межами, в яких тверді, рідкі та газоподібні горючі речовини спалюються як паливо або утилізуються шляхом спалювання, не належать у частині їх електрообладнання до пожежонебезпечних зон.

5.3.7. Зони в приміщеннях, у яких розташовані припливні вентилятори, що працюють із застосуванням рециркуляції повітря, або (і) витяжні вентилятори, які обслуговують приміщення з пожежонебезпечними зонами класу П-II, належать до пожежонебезпечних класу П-II.

5.3.8. Зони навколо вентиляторів місцевих відсмоктувань, що обслуговують технологічні процеси з визначеними пожежонебезпечними зонами, належать у частині їх електрообладнання до того самого класу, що й

зони, які вони обслуговують.

Для вентиляторів, які розташовані за зовнішніми огорожувальними конструкціями і обслуговують пожежонебезпечні зони класу П-П, а також пожежонебезпечні зони будь-якого класу місцевих відсмоктувань, слід застосовувати електродвигуни як для пожежонебезпечної зони класу П-Ш.

5.3.9. У разі розміщення в приміщеннях або на відкритому повітрі одиничного пожежонебезпечного технологічного обладнання, коли спеціальних заходів проти розповсюдження пожежі не передбачено, зона в межах до 3 м по горизонталі і вертикалі від цього обладнання вважається пожежонебезпечною.

5.4. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.4.1. У разі вибору електрообладнання, що встановлюється в пожежонебезпечних зонах, слід урахувати агресивність навколишнього середовища (хімічна активність, атмосферні опади тощо).

5.4.2. Нерухомі контактні з'єднання в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу слід виконувати зварюванням, опресуванням, паянням, згинчуванням або іншими рівноцінними засобами. Розбірні контактні з'єднання повинні мати засоби, що унеможливають самовідгвинчування.

5.4.3. Захист будинків, споруд та зовнішніх установок, у яких містяться пожежонебезпечні зони, від прямих ударів блискавки та вторинних її проявів повинен виконуватися у відповідності з вимогами РД-34.21.122.

5.4.4. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу слід дотримуватися вимог захисту від іскріння, обумовленого присутністю статичної електрики відповідно до ГОСТ 12.1.018 та ДНАОП 0.00-1.29-97.

5.4.5. У пожежонебезпечних зонах усіх класів занулення (заземлення) електрообладнання слід виконувати у відповідності з вимогами глави 1.7 ПУ Б та даних Правил, як для електрообладнання, розташованого в безпечних (нормальних) зонах.

5.5. ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ

5.5.1. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу можуть застосовуватися електричні машини напругою до 10 кВ за умови, що їхня оболонка має ступінь захисту за ГОСТ 17494 не менший ніж зазначений в таблиці 5.1.

У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу можуть застосовуватися електричні машини, які продуваються чистим повітрям з вентиляцією за замкненим або розімкненим циклом. У разі застосування вентиляції за замкненим циклом у системі вентиляції повинен бути пристрій для компенсації втрат повітря і утворення надлишкового тиску в машинах і повітропроводах.

Ступінь захисту оболонки від проникнення води (друга цифра в позначенні) може бути змінена залежно від умов середовища, у якому машини встановлюються.

Таблиця 5.1. Мінімальний ступінь захисту оболонок електричних машин залежно від класу пожежонебезпечної зони

Вид установки та умови роботи	Ступінь захисту оболонок для пожежонебезпечних зон класу			
	П-I	П-II	П-Па	П-Ш
Установки стаціонарні, які іскрять або мають частини, що іскрять за умовами роботи	IP44	IP54	IP44	IP>44
Установки стаціонарні, які не іскрять і не мають частин, що іскрять за умовами роботи	IP44	IP44	IP44	IP44
Установки на пересувних механізмах (крани, тельфери тощо), які іскрять або не іскрять за умовами роботи	IP44	IP54	IP44	IP44

5.5.2. Повітря для вентиляції електричних машин не повинно містити в собі пари та пилу горючих речовин. Викиди відпрацьованого повітря при розімкненому циклі вентиляції в пожежонебезпечну зону не допускаються.

5.5.3. Електрообладнання переносного електрифікованого інструмента в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу повинно мати ступінь захисту оболонки не менше IP44.

5.5.4. Електричні машини з частинами, що нормально іскрять за умовами роботи (наприклад, електродвигуни з контактними кільцями), повинні розміщуватися на відстані не менше 1 м від місця розташування горючих речовин або відгороджуватися від них екраном з негорючих матеріалів.

5.5.5. Для механізмів, що встановлюються в пожежонебезпечних зонах, допускається застосування електродвигунів з меншим ступенем захисту оболонки ніж зазначено в таблиці 5.1 за таких умов:

- електродвигуни повинні встановлюватися за межами пожежонебезпечних зон;
- привід механізму повинен здійснюватися з допомогою вала, пропущеного крізь стіну, з улаштуванням у стіні сальникового ущільнення.

5.6. ЕЛЕКТРИЧНІ АПАРАТИ І ПРИЛАДИ

5.6.1. У пожежонебезпечних зонах можуть застосовуватися електричні апарати, прилади, шафи та набори затискачів, які мають ступінь захисту оболонки за ГОСТ 14254 не менше зазначеного в таблиці 5.2.

Ступінь захисту оболонки від проникнення води (друга цифра в позначенні) може бути змінена залежно від умов середовища, у якому апарати і прилади встановлюються.

5.6.2. Апарати і прилади, які встановлюються в шафах, можуть мати менший ступінь захисту оболонки ніж зазначено в таблиці 5.2 (у тому числі IР00) за умови, що шафи мають ступінь захисту оболонки не нижче ніж зазначено в таблиці 5.2 для даної пожежонебезпечної зони.

Таблиця 5.2. Мінімальний ступінь захисту оболонок електричних апаратів, приладів, шафта наборів затискачів залежносте від класу ноже- жонебезпечної зони

Вид установки та умови роботи	Ступінь захисту оболонок для пожежонебезпечних зон класів			
	П-I	П-II	П-Па	ПП
Установки стаціонарні або на пересувних механізмах (крани, тельфери тощо), які іскрять за умовами роботи	IP44	IP54	IP44	IP44
Установки стаціонарні або на пересувних механізмах, які не іскрять за умовами роботи	IP44	IP44	IP44	IP44
Шафи для розміщення апаратів і приладів	IP44	IP54 IP44*	IP44	IP44
Коробки наборів затискачів силових і вторинних кіл	IP44	IP44	IP44	IP44
<i>* В разі установлення в них апаратів і приладів, які не Іскрять за умовами</i>				

5.6.2. Апарати і прилади, які встановлюються в шафах, можуть мати менший ступінь захисту оболонки ніж зазначено в таблиці 5.2 (у тому числі ІРОО) за умови, що шафи мають ступінь захисту оболонки не нижче ніж зазначено в таблиці 5.2 для даної пожежонебезпечної зони.

5.6.3. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу можуть застосовуватися апарати та прилади в маслонаповненому виконанні (за винятком кисневих установок і підіймальних механізмів, де застосування цих апаратів і приладів заборонено).

5.6.4. Щитки та вимикачі освітлювальних мереж рекомендується виносити за межі пожежонебезпечних зон будь-якого класу.

Електроустановки складських приміщень, що замикаються і в яких є пожежонебезпечні зони будь-якого класу, повинні мати апарати для вимикання зовні вказаних приміщень силових і освітлювальних мереж незалежно від наявності апаратів для вимикання цих мереж всередині приміщення. Апарати для вимикання повинні встановлюватися в ящику з негорючого матеріалу, обладнаному пристроєм для пломбування. Ящик слід встановлювати на захисних конструкціях з негорючого матеріалу, а в разі відсутності таких - на окремих опорах.

Апарати для вимикання повинні бути доступні для обслуговування цілодобово.

5.6.5. Якщо в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу відповідно до умов виробництва необхідне використання електронагрівальних приладів, то ті робочі частини приладів, що нагріваються, повинні бути захищені від доторкання з горючими речовинами, а самі електронагрівальні прилади встановлені на поверхнях з негорючих матеріалів. Для захисту від теплового випромінювання електронагрівальних приладів необхідно застосовувати екрани з негорючих матеріалів.

У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу у складських приміщеннях, а також у будинках архівів, музеїв, галерей, бібліотек (крім спеціально призначених приміщень, наприклад, буфетів) застосування нагрівальних приладів забороняється.

5.7. ЕЛЕКТРИЧНІ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНІ МАШИНИ

5.7.1. Ступінь захисту оболонки електрообладнання, що застосовується

для кранів, талів та аналогічних їм механізмів, повинен відповідати вимогам таблиць 5.1-5.3.

Таблиця 5.3. Мінімальний ступінь захисту світильників залежно від класу пожежонебезпечної зони

Джерела світла, що встановлюються у світильниках	Ступінь захисту оболонок для пожежонебезпечних зон класів			
	П-I	П-II	П-IIIa	П-III
Лампи розжарювання	IP53	IP53	2*3	2*3
Розрядні лампи високого тиску (ДРЛ, ДРІ, ДнаТ)	IP53	IP53	IP23	IP23
Люмінесцентні лампи	53	5'3	IP23	IP23

Ступінь захисту оболонки від проникнення води (друга цифра в позначенні) може бути змінений залежно від умов середовища, в якому світильники встановлюються.

5.7.2. Струмопровід підіймальних механізмів (кранів, талів тощо) у пожежо- небезпечних зонах класів П-I, П-II слід виконувати гнучким кабелем з мідними жилами з гумовою ізоляцією в оболонках, стійких до навколишнього середовища, та таким кабелем, що не поширює горіння відповідно до вимог ГОСТ 12176. У пожежонебезпечних зонах класів П-IIIa і П-III допускається застосування тро- лейних шинопроводів, але вони не повинні розміщатися над місцями з горючими речовинами.

5.8. РОЗПОДІЛЬНІ ПРИСТРОЇ, ТРАНСФОРМАТОРНІ І ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНІ ПІДСТАНЦІЇ

5.8.1. Розташування розподільних пристроїв напругою до 1000 В і вище в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу не рекомендується. За потреби розташування РП у пожежонебезпечних зонах ступінь захисту їх елементів (шаф тощо) повинен відповідати таблиці 5.2.

5.8.2. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу, за винятком пожежонебезпечних зон у складських приміщеннях, а також будинків та приміщень архівів, музеїв, картинних галерей, бібліотек допускається на ділянках, обгороджених сітками, відкрите установлення комплектних трансформаторних підстанцій (КТП), комплектних перетворювальних підстанцій (КПП) з сухими трансформаторами або з трансформаторами з негорючим заповненням, а також комплектних конденсаторних установок (ККУ) з негорючим заповненням конденсаторів. У цих випадках ступінь захисту оболонки шаф КТП, КПП і ККУ повинен бути не менше IP41. Відстань від КТП, КПП і ККУ до огорожі слід приймати відповідно до глави 4.2. ПУЕ.

У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу, за винятком складських приміщень, а також приміщень архівів, музеїв, картинних галерей, бібліотек можуть розміщуватися вбудовані або прибудовані КТП, КПП з масляними трансформаторами і підстанції з маслонаповненими трансформаторами в закритих камерах, які будуються у відповідності з вимогами глави 4.2. ПУЕ і пункту 5.8.3.

5.8.3. Підстанції з маслонаповненими трансформаторами можуть бути

вбудованими або прибудованими з урахуванням таких умов:

1) двері та вентиляційні прорізи камер трансформаторів з масляним наповненням не повинні виходити в пожежонебезпечні зони;

2) отвори в стінах і підлозі в місцях прокладання кабелів і труб електропроводки повинні бути щільно замуrowані негорючими матеріалами;

3) виходи з підстанції з маслонаповненими трансформаторами, що встановлені в камерах, у пожежонебезпечну зону можуть бути виконані тільки з приміщень РП напругою до 1000 В. У такому випадку двері повинні бути такими, що самі зачиняються, та мати рівень вогнестійкості не менше 0,6 год;

4) виходи з приміщень КТП, КПП у пожежонебезпечні зони, а також транспортування трансформаторів КТП, КПП через пожежонебезпечні зони допускаються. У таких випадках двері передбачаються, як указано в пункті 3, а ворота повинні мати рівень вогнестійкості не менше 0,6 год.

Примітка. РП, ТП, ПП вважаються вбудованими, якщо мають дві або три стіни (перегородки), загальні із суміжними приміщеннями з пожежонебезпечними зонами, і прибудованими, якщо мають тільки одну таку стіну.

5.8.4. Електрообладнання з масляним заповненням (трансформатори, батареї конденсаторів, вимикачі тощо) може установлюватися на відстані не менше 0,8 м від зовнішньої стіни будинку з пожежонебезпечними зонами за умови, що відстань по горизонталі та вертикалі від прорізів у стіні будинку до встановленого електрообладнання буде не менше 4 м.

5.9. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

5.9.1. У пожежонебезпечних зонах повинні застосовуватися світильники, які мають ступінь захисту оболонки не менше наведеного в таблиці 5.3.

5.9.2. Конструкція світильників з лампами ДРЛ повинна унеможливити випадання з них ламп. Світильники з лампами розжарювання повинні мати суцільне скло, яке захищає лампу з відбивачами та розсіювачами, виконаними з матеріалів, що не підтримують горіння. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу складських приміщень світильники з люмінесцентними лампами не повинні мати відбивачів і розсіювачів із горючих матеріалів.

5.9.3. Електропроводка всередині світильників з лампами розжарювання та ДРЛ до місця приєднання зовнішніх проводів повинна виконуватися термостійкими проводами.

5.9.4. Переносні світильники у пожежонебезпечних зонах будь-якого класу повинні мати ступінь захисту оболонки не менше IP54, а скляний ковпачок світильника повинен бути захищений металевою сіткою.

5.10. ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ, СТРУМОПРОВОДИ, ПОВІТРЯНІ ТА КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ

5.10.1. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу слід застосовувати кабелі та проводи, які не поширюють горіння, за ГОСТ 12176. Забороняється застосування кабелів з горючою поліетиленовою ізоляцією.

5.10.2. Забороняється прокладати транзитні електропроводки і кабельні лінії всіх напруг, які не належать до даного технологічного процесу, через пожежонебезпечні зони будь-якого класу, а також на відстані менше 1 м по горизонталі і вертикалі від пожежонебезпечних зон.

5.10.3. Забороняється в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу застосування неізолюваних проводів (виняток див. у пунктах 5.7.2; 5.10.5).

5.10.4. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу дозволяються всі види прокладання кабелів і проводів. Відстань від кабелів та ізолюваних проводів, що прокладаються відкрито безпосередньо вздовж конструкцій на ізоляторах, лотках, тросах тощо, до місця, де відкрито зберігаються (розміщуються) горючі речовини, повинна бути не менше 1 м.

Прокладання незахищених ізолюваних проводів з алюмінієвими жилами в пожежонебезпечних зонах будь-якого класу повинно виконуватися в трубах і коробах, які виконані з негорючих або важкогорючих матеріалів з помірними димоутворювальними властивостями відповідно до ГОСТ 12.1.044.

5.10.5. Допускається в пожежонебезпечних зонах класів П-І, П-ІІ і П-ІІа застосування шинопроводів напругою до 1000 В з мідними і алюмінієвими шинами із ступенем захисту IP21 і вище; у цих випадках в пожежонебезпечних зонах класів П-І і П-ІІ всі шини, у тому числі і шини відгалужень, повинні бути ізолювані. У шинопроводах із ступенем захисту IP54 і вище шини допускається не ізолювати.

Нерозбірні контактні з'єднання шин повинні бути зварними, а розбірні з'єднання - із застосуванням засобів, що унеможливають самовідгвинчування.

Температура всіх елементів шинопроводів, відгалужувальних коробок, що установлюються в пожежонебезпечних зонах класу П-І, не повинна перевищувати -60 °С.

5.10.6. Допускається застосовувати відгалужувальні коробки з комутаційними і захисними апаратами, а також розніжні контактні з'єднання в пожежонебезпечних зонах усіх класів. У таких випадках відгалужувальні коробки, які встановлюються на шинопроводах, разом з місцями вводу кабелів (проводів) і місцями стикування з шинопроводами повинні мати ступінь захисту IP44 і вище для пожежонебезпечних зон класів П-І і П-ІІа; IP54 і вище - для зон класу П-ІІ.

Для зон класів П-І і П-ІІ повинен бути забезпечений випереджувальний розрив кола відгалуження на момент комутації розніжних контактних з'єднань.

В приміщеннях архівів, музеїв, картинних галерей, бібліотек, а також у пожежонебезпечних зонах складських приміщень забороняється застосування розніжних з'єднань, за винятком з'єднань у тимчасових мережах на час показу експозицій.

5.10.7. Відстані від осі ПЛ до пожежонебезпечних зон повинні вибиратися згідно з пунктами 2.5.64 та 2.5.163 ПУЕ, за винятком відстаней від ПЛ напругою до 1000 В з неізолюваними проводами з алюмінію, сталю-алюмінію або алюмінієвих сплавів до відкритих наземних складів, які перелічені в таблиці 5.4. Відстані від осі ПЛ напругою до 1000 В до складів, перерахованих у таблиці 5.4, повинні бути не меншими зазначених у таблиці 5.5. Дані вимоги не

поширюються на ПЛ зовнішнього освітлення, які розташовуються на території складів.

Таблиця 5.4. Відкриті наземні склади для зберігання горючих матеріалів і речовин, готової продукції і обладнання, до яких слід дотримуватись відстаней до ПЛ

Склади	Місткість, т, площа, м ³ , га
Кам'яного вугілля, торфу, грубих кормів (сіна, соломи), льону, коноплі, бавовни, зерна	Більше 1000 т
Лісоматеріалів, дров, трісок, тирси	Більше 1000 м ³
Горючої рідини	Більше 3000 м ³
Готової продукції і обладнання в упаковці, яка горить	Більше 1 га

Таблиця 5.5. Найменші відстані від осі ПЛ напругою до 1000 В з неізолюваними проводами з алюмінію, сталю-алюмінію або алюмінієвих сплавів до меж відкритих наземних складів, що перелічені в таблиці 5.4

Висота підвісу верхнього проводу ПЛ від рівня землі, м	Найменші відстані, м, при розрахунковій швидкості вітру, м/с (район за вітром)		
	16(І)	18 (ІІ)	21 (ІІІ)
До 7	17	19	27
7,5	18	20	31
8	19	21	35
9	20,5	23	37
10	22	24	40

6. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ ВАНТАЖОПІДІЙМАЛЬНИХ МАШИН (КРАНІВ)

6.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

6.1.1. Даний розділ Правил поширюється на електрообладнання мостових, козлових, баштових, порталних, кабельних, кранів-маніпуляторів та інших кранів напругою до 10 кВ, які встановлюються на фундаменті або на крановій колії; вантажних електричних візків, що пересуваються наземними коліями разом з кабіною керування; кранів-екскаваторів, призначених лише для роботи з гаком або електромагнітом; електричних талів, лебідок для підймання вантажу та (або) людей; інших машин, що мають елементи вантажопідіймальних машин (механізми підймання стріли, повороту, пересування колією тощо).

Електрообладнання вантажопідіймальних машин має також відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.03-93.

Розділ не поширюється на суднові, плавучі, залізничні, автомобільні та інші подібні крани.

6.1.2. Електрообладнання вантажопідіймальних машин (кранів), яке

встановлюється у вибухо- та пожежонебезпечних зонах, повинно відповідати крім вимог даного розділу також вимогам розділів 4 та 5 відповідно.

6.2. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

6.2.1. Головні тролєї - тролєї, розміщені поза краном.

6.2.2. Тролєї крана - тролєї, розміщені на крані.

6.2.3. Малогабаритний тролейний струмопровід (шинопровід) - закритий оболонкою пристрій, що складається з тролєїв, ізоляторів і кареток із струмознімачами. З допомогою малогабаритного тролейного струмопроводу можуть здійснюватися живлення крана або візка крана, керування одноколійними візками, електрота-лями тощо.

6.2.4. Ремонтний загін - місце, де кран встановлюється на час ремонту.

6.2.5. Ремонтна ділянка головних тролєїв - ділянка тролєїв у межах ремонт- ного загону.

6.2.6. Секція головних тролєїв - ділянка тролєїв, яка розташована поза межами ремонтних загонів і відділена ізольованим стиком від кожної з сусідніх ділянок, у тому числі від ремонтних.

6.3. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.3.1. Електропостачання крана повинно здійснюватися з допомогою:

- 1) головних тролєїв, у тому числі з допомогою малогабаритного тролейного струмопроводу;
- 2) стаціонарних живильних пунктів, по струмознімальних контактах яких ковзають закріплені на крані відрізки тролєїв («контактні лижі»);
- 3) кільцевого струмопроводу;
- 4) гнучкого кабеля;
- 5) стаціонарного струмопроводу (для кранів, установлених на фундаменті).

6.3.2. Виконання електрообладнання (електродвигунів, апаратів тощо) кранів повинно відповідати умовам навколишнього середовища (хімічна активність, атмосферні опади тощо).

6.3.3. Напруга електродвигунів змінного і постійного струму та перетворювальних агрегатів (статичних або обертових), що встановлюються на кранах, має бути не вища 10 кВ. Застосування напруги, вищої за 1000 В, повинно бути обґрунтовано розрахунками.

6.3.4. Допускається на кранах встановлення трансформаторів напругою до 10 кВ і конденсаторів для підвищення рівня компенсації реактивної потужності. Трансформатори повинні бути сухими або з заповненням негорючим рідким діелектриком. Конденсатори повинні мати просочення з негорючої синтетичної рідини.

6.3.5. У прогонах, де на спільній крановій колії працюють два або більше кранів, для кожного з них необхідно передбачати окремий ремонтний загін. Він повинен бути суміщений з місцем улаштування площадки для проходу на кран обслуговуючого персоналу. Допускається суміщення ремонтних загонів двох або більше кранів, якщо це не призводить до недопустимого обмеження технологічного процесу під час позапланового ремонту одного з кранів.

Улаштування ремонтних загонів не потрібне в разі живлення кранів від гнучких головних тролєїв (гнучкого кабеля).

6.4. ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КРАНІВ НАПРУГОЮ ДО 1000 В

6.4.1 Ремонтна ділянка головних тролей повинна бути електрично ізолювана з допомогою ізолюваних стиків від подовження тих самих тролей і з'єднана з ними роз'єднувальним апаратом таким чином, щоб під час нормальної роботи ця ділянка могла бути ввімкнута на напругу, а при зупинці крана на ремонт - надійно вимкнута. Ізоляція стиків головних тролей має бути у вигляді повітряного проміжку, ширина якого залежить від конструкції струмознімача, але повинна бути при напрузі до 1000 В не меншою ніж 50 мм. Ширина струмознімача має бути така, щоб під час нормальної роботи крана були унеможливлені перерви в подаванні напруги і раптова його зупинка в разі перетинання струмознімачем ізолюваних стиків тролей.

Роз'єднувальні апарати, які використовуються для з'єднання ремонтної ділянки з подовженням головних тролей, повинні бути закритого типу з пристосуванням для замикання у вимкненому положенні.

6.4.2. Ремонтна ділянка головних тролей, яка розташована біля торця кранового прогону, повинна бути обладнана одним ізолюваним стиком і одним роз'єднувальним апаратом.

6.4.3. Ремонтна ділянка головних тролей, яка розташована всередині прогону, повинна бути обладнана двома ізолюваними стиками (по одному з кожного боку) і трьома роз'єднувальними апаратами, увімкнутими таким чином, щоб можна було здійснювати безперервне живлення головних тролей, обминаючи вимкнуту ремонтну ділянку, а також вимикати окремо як ремонтну ділянку, так і секції тролей, розташовані з обох її боків.

6.4.4. Довжина ремонтної ділянки головних тролей, розташованої біля торця кранового прогону, повинна бути не меншою за ширину моста крана плюс 2 м, а довжина ділянки, розташованої посередині прогону, - не меншою за ширину моста крана плюс 4 м.

Якщо для ремонту крана встановлено електроталь (тельфер), то довжину ремонтної ділянки слід визначати за проектом колії в залежності від крайніх положень моста під час ремонту крана:

1) на ремонтній ділянці біля торця кранового прогону повинно залишатися не менше 2 м від ізолюваного стику до моста, що займає положення, найбільш віддалене від торця;

2) на ремонтній ділянці, яка розташована всередині прогону, повинно бути не менше 2 м від ізолюваних стиків до моста при всіх можливих його положеннях.

6.4.5. На головних тролях, а в разі їх секціонування на кожній секції цих тролей і на кожній їх ремонтній ділянці повинна бути передбачена можливість установлення перемички, що закорочує між собою і заземлювальним провідником усі фази (полюси) на термін огляду та ремонту самих тролей або крана.

6.4.6. Головні тролі і тролі крана повинні виконуватись відповідно до вимог глави 2.2 ПУЕ та даного розділу.

6.4.7. На малогабаритні тролейні струмопроводи вимоги глави 2.2 ПУЕ, а також пункти 6.4.8, 6.4.9, 6.4.11, 6.4.23 і другого абзацу пункту 6.4.1 не поширюються.

6.4.8. Головні тролі крана повинні виготовлятися з сталі, але

допускається з алюмінієвих сплавів.

6.4.9. Тролеї можуть бути жорсткими або гнучкими, підвішуватись на тросах і розміщуватись у коробах або каналах. У разі застосування жорстких тролей необхідно передбачати пристрої для компенсації лінійних змін від температури й осідання будівлі.

6.4.10. Відстані між місцями кріплення тролей повинні бути такими, щоб унеможлиблювалось замикання їх між собою і на заземлені частини. Ці відстані вибираються з урахуванням стріли провисання» а просто неба - з урахуванням відхилення провідника від дії вітру.

6.4.11. Для кранів, що працюють під напругою до 660 В, установлених як у приміщенні, так і просто неба, відстані у проясненні між будь-якими струмовідними частинами тролей різних фаз (полосів), а також між ними й іншими конструкціями, не ізолюваними від землі, повинні бути не меншими ніж 30 мм для нерухомих одна відносно іншої деталей і 15 мм для деталей, що рухаються одна відносно іншої. Для кранів, що працюють під напругою понад 660 В, ці відстані повинні бути не меншими 200 і 125 мм відповідно і забезпечені для головних тролей крана при всіх можливих пересуваннях крана, його візка тощо.

6.4.12. Відстані від головних тролей і тролей крана до рівня підлоги цеху або землі повинні бути не меншими ніж: при напрузі до 660 В - 3,5 м, а в місцях проїзду транспорту - 6 м; при напрузі понад 660 В - 7 м у всіх випадках.

Допускається зменшення зазначених відстаней за умови захисту тролей з допомогою огорож або оболонок (див. пункти 6.4.16-6.4.18).

У разі використання для електропостачання крана гнучкого кабеля вказані відстані повинні бути забезпечені при найбільшій стрілі провисання.

6.4.13. В разі прокладання тролей у підлозі в каналах, закритих бетонними плитами або металевими листами, а також у коробах, розташованих на висоті, меншій за 3,5 м, проміжок для переміщення кронштейна із струмомірачами не повинен знаходитись в одній вертикальній площині з троллями. Короби тролей повинні бути виконані відповідно до вимог глави 2.2 ПУЕ.

У каналах, розташованих у підлозі, необхідно забезпечити відведення ґрунтових і технологічних вод.

6.4.14. Гнучкий кабель, що використовується для живлення електрообладнання крана, у місцях можливого його пошкодження має бути надійно захищений. Вибирати марку кабеля слід з урахуванням умов його роботи і можливих механічних пошкоджень.

6.4.15. Головні тролі крана мостового типу слід розташовувати з боку, протилежного до розташування кабіни керування. Винятки дозволяються у випадках, коли головні тролі недосяжні для випадкового дотикання до них з кабіни керування, з посадочних площадок і сходів.

6.4.16. Головні тролі та їх струмомірачі повинні бути недоступними для випадкового дотикання до них з моста крана, сходів, посадочних площадок та інших місць, де можуть перебувати люди. Це повинно забезпечуватись відповідним їх розташуванням або огорожами.

6.4.17. У місцях можливого дотику вантажних канатів з троллями даного крана або крана, розташованого на ярус нижче, повинні бути встановлені відповідні захисні пристрої.

6.4.18. Тролеї крана та їх струмознімачі, що не вимикаються автоматично, повинні бути обгороджені або розташовані між фермами моста крана на відстані, не доступній для обслуговування крана. Обгороджувати тролєї необхідно на всій їх довжині, а також з торців.

6.4.19. У районах, де просто неба можливе утворення на тролєях ожеледі, слід передбачати пристрій або заходи для попередження або усунення ожеледі.

6.4.20. Лінії, що живлять головні тролєї напругою до 1000 В, повинні бути обладнані вимикачами закритого типу, розрахованими на вимикання робочого струму всіх кранів, установлених в одному прогоні. Вимикачі повинні бути встановлені у доступному для вимикання місці і вимкати тролєї лише одного прогону.

Якщо головні тролєї мають дві або більше секцій, кожна з яких одержує живлення окремою лінією, то допускається посекційне вимикання тролєїв з ужиттям заходів, що унеможливають попадання напруги на вимкнуту секцію від інших секцій.

Вимикач, а при дистанційному управлінні - апарат керування вимикачем - повинен мати пристосування для замикання на замок у вимкнутому положенні, а також показчик положення: «Увімкнено», «Вимкнено».

6.4.21. Для кранів, що працюють у режимах 6К, 7К та 8К відповідно до ГОСТ 25546, лінію, яка живить головні тролєї напругою до 1000 В, рекомендується захищати автоматичним вимикачем.

6.4.22. Не допускається приєднання сторонніх електроприймачів до головних тролєїв магнітних кранів, кранів, що транспортують рідкий метал, а також інших кранів, під час роботи яких зникнення напруги може призвести до аварії.

6.4.23. Головні тролєї жорсткого типу мають бути пофарбовані, за винятком їх контактної поверхні. Колір їх повинен відрізнитися від кольору конструкції будівлі та підкранових балок, перевага надається червоному кольору. У місці підведення живлення на довжині 100 мм тролєї мають бути пофарбовані відповідно до вимог глави 1.1 ПУЕ.

6.4.24. Для подання напруги на гнучкий кабель порталних електричних кранів повинні бути встановлені колонки, спеціально призначені для цієї мети.

6.4.25. Для живлення кранів слід застосовувати гнучкі кабелі з мідними жилами, спеціально призначені для цієї мети, з урахуванням можливих механічних впливів. Усі жили вказаних провідників, у тому числі заземлювальні, повинні бути в спільній оболонці, обілетені або мати спільну ізоляцію. У такому разі слід застосовувати такі конструкції струмопроводів, які захищають жили кабелів від злому (наприклад, шлейфи гнучких кабелів, каретки для рухомого підвішування гнучких кабелів).

6.5. ПРИЛАДИ ТА ПРИСТРОЇ БЕЗПЕКИ

6.5.1. Напруга кіл керування та автоматики має бути не вищою 400 В змінного та 440 В постійного струму. На кранах, призначених для підприємств з електричною мережею напругою 500 В, допускається застосування цієї напруги.

6.5.2. Захист електрообладнання кранів повинен виконуватись відповідно до вимог глав 3.1 та 5.3 ПУЕ.

6.5.3. Крани з керуванням із кабіни або з пульта (у разі дистанційного

керування) повинні бути обладнані звуковим сигналом, добре чутним у місцях переміщення і відмінним за тональністю від автомобільного.

6.5.4. Головні тролєї мають бути обладнані світловою сигналізацією про наявність напруги, а в разі секціонування тролєїв і наявності ремонтних ділянок цією сигналізацією має бути обладнана кожна секція і ремонтна ділянка.

Рекомендується безпосереднє приєднання до тролєїв сигналізаторів, у яких лампи світяться за наявності напруги на тролєях і згасають при її зникненні. Для тролєїв трифазного струму кількість ламп сигналізаторів повинна дорівнювати кількості фаз тролєїв: по одній лампі, увімкненій на кожну фазу, а для тролєїв постійного струму сигналізатор повинен мати дві лампи, увімкнені паралельно.

Для забезпечення довговічності ламп слід вживати заходів (наприклад, вмикання додаткових резисторів) для зниження напруги на їх затискачах на 10% номінального значення.

6.6. ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ

6.6.1. Вибір і прокладання проводів та кабелів, що застосовуються на кранах, повинні здійснюватися відповідно до вимог глав 2.1 та 2.3 ПУЕ і цього розділу.

6.6.2. Прокладання проводів на кранах рекомендується виконувати в сталевих коробах і трубах.

6.6.3. На кранах усіх типів для первинних кіл, як правило, слід застосовувати проводи і кабелі з мідними жилами. Допускається застосовувати багатодотові проводи і кабелі з алюмінієвими жилами перерізом не менше 16 мм². Не допускається застосування проводів і кабелів з однодротовими алюмінієвими жилами в первинних колах кранів.

6.6.4. Для вторинних кіл кранів можуть застосовуватися проводи і кабелі з мідними або алюмінієвими жилами.

Для кранів, що працюють у режимах 6К, 7К та 8К відповідно до ГОСТ 25546, а також кранів, що працюють з мінеральними добривами та з рідким і гарячим металом (розливальні, заливальні та завалочні крани, крани нагрівальних колодязів тощо), а також для швидкохідних кранів (збиральні крани, перевантажувачі) слід застосовувати проводи і кабелі з мідними жилами.

6.6.5. Переріз жил проводів та кабелів вторинних кіл повинен бути не меншим 2,5 мм² для мідних і не меншим 4 мм² для алюмінієвих. Допускається застосування проводів з багатодотовими жилами перерізом не менше 1,5 мм² для мідних жил, у цих випадках проводи не повинні мати механічного навантаження (див. пункт 6.6.6.).

Для вторинних кіл напругою до 60 В допускається застосування проводів і кабелів з мідними багатодотовими жилами перерізом не менше 0,5 мм² за умови, що приєднання жил виконано паянням і проводи не несуть механічного навантаження.

6.6.6. Допускається на електроталях, що працюють як окремо, так і в складі інших вантажопідіймальних машин, застосування захищених проводів з мідними жилами перерізом у вторинних колах і колах електромагніта гальм не менше ніж

0, 75 мм², а в колах електродвигунів - не менше ніж 1,5 мм².

6.6.7. Прокладання проводів та кабелів на кранах, що працюють з рідким та гарячим металом, повинно виконуватись у сталевих трубах. На цих кранах не допускається прокладання в одній трубі силових кіл різних механізмів, кіл керування різних механізмів, силових і вторинних кіл керування одного механізму.

6.6.8. На кранах, що працюють з рідким і гарячим металом, слід застосовувати теплостійкі проводи і кабелі. Струмові навантаження на них слід визначати, виходячи з температури навколишнього повітря +60 °С.

6.6.9. У місцях, де ізоляція і оболонка проводів та кабелів можуть зазнавати впливу мастил, слід застосовувати проводи і кабелі з маслостійкими ізоляцією й оболонкою. У цих місцях допускається застосування проводів і кабелів з немаслостійкими ізоляцією і оболонкою за умови прокладання їх у трубах, що мають герметичні вводи в електродвигуни, апарати тощо.

6.6.10. Допустимі тривалі навантаження на проводи і кабелі повинні визначатися відповідно до чинних стандартів або технічних умов на їх виготовлення.

6.6.11. Напряга на затискачах електродвигунів і в колах керування ними при всіх режимах роботи електрообладнання крана має бути не нижчою 85% номінальної.

6.6.12. Проводи, які підходять до затискачів клемних рейок, а також до затискачів електрообладнання, повинні мати маркування.

Якщо проводи приєднуються з допомогою рознімних з'єднань, тоді маркуванню підлягають контакти цих з'єднань. У такому разі їх конструкція повинна унеможливити їх невідповідне маркуванню з'єднання і також застосування спеціального інструменту для їх роз'єднання (з'єднання).

6.6.13. З'єднання, клеми і роз'єднання повинні міститися у призначених для цього корпусах, боксах або на панелях за винятком тих, які мають власні захисні оболонки, що захищають їх від механічних пошкоджень.

6.7. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

6.7.1. Номінальна напруга змінного струму світильників робочого освітлення крана не повинна перевищувати 220 В. При напрузі мережі трифазного струму 380 В і вище живлення світильників слід здійснювати через знижувальні трансформатори. Допускається вмикати світильники в силову мережу трифазного струму 380 В па лінійну напругу, з'єднуючи їх у зірку.

Для пересувних кранів, що приєднуються до мережі 380/220 В гнучким чотирижильним кабелем, живлення світильників необхідно здійснювати фазною напругою.

Допускається вмикати світильники в силову мережу напругою до 600 В постійного струму, з'єднуючи їх послідовно.

Для освітлення місця роботи крана останній має бути обладнаний

світильниками (прожекторами, ліхтарями).

6.7.2. Для світильників ремонтного освітлення слід застосовувати напругу не вище 25 В з живленням від трансформатора або акумулятора, установлених на крані або в пункті ремонту крана; у разі живлення від трансформатора повинні бути виконані вимоги глави 6.2 ПУЕ.

6.7.3. Вилки та розетки для світильників ремонтного освітлення повинні відповідати таким вимогам:

- 1) вилки не повинні входити в штепсельні розетки іншої напруги;
- 2) штепсельні розетки не повинні давати змогу вмикання вилок на іншу напругу;
- 3) штепсельні розетки не повинні мати захисного контакту.

6.8. ОРГАНИ КЕРУВАННЯ

6.8.1. Розташування органів керування повинно забезпечувати працівнику можливість роботи і спостереження за вантажозахватним органом і вантажем (за відсутності зовнішніх перешкод), не встаючи із сидіння. Напрямок руху органів керування повинен, по змозі, відповідати напрямку рухів крана чи його механізмів. Призначення органів керування і напрями рухів крана при цьому слід позначати графічними символами.

При ступінчастому регулюванні органи керування повинні мати окремі фіксовані положення (при безступінчастому регулюванні - лише нульове положення).

Кнопки для реверсивного пуску кожного механізму повинні мати блокування, що унеможливує одночасне вмикання реверсивних контакторів.

6.8.2. Органи ручного керування вантажопідіймальними машинами, що керуються з підлоги, повинні мати пристрій для самоповороту в нульове положення. У разі використання контакторів утримання їх в увімкненому положенні повинно бути можливе лише безперервним натисканням на пускову кнопку.

6.8.3. Якщо вантажопідіймальна машина (крім кранів-маніпуляторів) має два або кілька постів керування, то слід передбачати блокування, що унеможливує одночасне керування з різних постів.

6.9. ЗАХИСНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

6.9.1. Заземлення (занулення) залежно від мережі живлення крана повинно бути виконано відповідно до вимог глави 1.7 ПУЕ. Вважається достатнім, якщо частини, що підлягають заземленню, присьоднані до металевих конструкцій крана. У всіх випадках повинна бути забезпечена безперервність електричного кола металевих конструкцій. Якщо електрообладнання крана установлене на його заземлених металевих конструкціях і на опорних поверхнях передбачені зачищені і не зафарбовані місця для забезпечення електричного контакту, то додаткове заземлення не потрібне.

Кранові рейки повинні бути надійно з'єднані на стиках (зварюванням, приварюванням перемичок достатнього перерізу, приварюванням до металевих підкранових балок) для створення безперервного електричного кола. В електроустановках, для яких застосовується заземлення, рейки повинні бути відповідно заземлені.

У разі встановлення крана просто неба рейки повинні бути з'єднані між

собою і заземлені, у цих випадках для заземлення рейок слід передбачати не менше двох заземлювачів, приєднаних до рейок у різних місцях.

6.9.2. При живленні крана кабелем повинні бути виконані вимоги пункту

6.9.1, а також глави 1.7 ПУЕ, що стосуються пересувних електроустановок.

6.9.3. Корпус кнопочного апарата керування крана з підлоги повинен бути виконаний з ізоляційного матеріалу або заземлений не менше ніж двома РЕ-провідниками. Одним із двох РЕ-провідників може бути використаний тросик, на якому підвішений кнопочний апарат.

6.9.4. Панелі керування, розташовані в кабіні, повинні мати захисні пристрої у вигляді оболонки або сітчастої огорожі. Ширина проходів обслуговування цих панелей повинна бути не меншою від зазначеної в пункті **6.9.5.**

Не допускається установлення в кабіні керування резисторів для електродвигунів.

6.9.5. В апаратних кабінах та інших електроприміщеннях кранів проходи обслуговування щитів та окремих панелей (магнітних контролерів та ін.) повинні відповідати таким вимогам:

1) ширина проходів, розташованих як з лицьового, так і з зворотного боку щитів і панелей, захищених за допомогою оболонки або сітчастої огорожі, повинна бути не меншою 0,6 м;

2) відстань від необгороджених неізольованих струмовідних частин, розташованих на висоті, меншій 2,2 м з одного боку проходу, до стіни та обладнання з ізольованими або захищеними струмовідними частинами, розташованими з другого боку проходу, повинна бути не менше ніж 0,8 м. Відстань між ізольованими струмовідними частинами, розташованими на висоті менше ніж 2,2 м з різних боків проходу, повинна бути не менше ніж 1 м.

6.9.6. Електричні опалювальні прилади, що встановлюються в кабіні керування крана, повинні бути пожежобезпечними, а їх струмовідні частини - захищеними. Ці прилади слід приєднувати до електричної мережі після ввідного пристрою. Корпус опалювального приладу має бути заземлений.

6.10. ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ КРАНІВ НАПРУГОЮ ВИЩЕ 1000 В

6.10.1. Вимоги, наведені в пунктах 6.10.2-6.10.11, поширюються на крани з електрообладнанням напругою вище 1000 Віє додатковими до вимог, наведених вище в цьому розділі.

6.10.2. Електрообладнання напругою вище 1000 В, розташоване на кранах як відкрито, так і в електроприміщеннях, повинно виконуватись у відповідності з вимогами глави 4.2 ПУЕ.

6.10.3. Секціонування, улаштування ремонтних загонів і світлової сигналізації на головних троліях кранів не потрібні.

6.10.4. Відстань у проясненні між головними троліями і краном повинна бути по горизонталі не меншою 1,5 м (виняток див. у пунктах 6.10.5 і 6.10.6). У разі розташування головних троліїв над площадками крана, на яких під час роботи або ремонту крана можуть перебувати люди, тролії розташовуються на висоті, не меншій 3 м від рівня площадки, обгородженої зверху сіткою.

6.10.5. Площадка для встановлення струмознімачів головних троліїв повинна мати огорожу з дверима (люком). Відстань по горизонталі від головних троліїв до цієї площадки повинна бути не меншою 0,7 м.

6.10.6. Конструкція струмознімачів головних троліїв повинна дозволити роз'єднання їх з троліями. У цих випадках роз'єднувач перед вимикачем (дав. пункт 6.10.7) може не встановлюватись. Між троліями і відведеними від них струмознімачами відстань повинна бути не меншою 0,7 м.

Привод струмознімачів повинен мати пристосування для замикання на замок в разі відведення струмознімачів, а також покажчики: «Увімкнено», «Вимкнено».

6.10.7. Не допускається вимикання і вмикання з допомогою струмознімачів головних троліїв робочого струму, струму холостого ходу трансформатора та електродвигуна напругою вище 1000 В. На крані слід встановлювати вимикач на боці високої напруги, розрахований на вимикання робочого струму.

На боці високої напруги трансформатора допускається встановлення комутаційного апарата, розрахованого на вимикання тільки струму холостого ходу трансформатора. У цих випадках перед вимиканням трансформатора на вищій напрузі повинне бути проведено попереднє зняття всього навантаження.

6.10.8. Двері (люк) на площадку для встановлення струмознімачів (див. пункт

6.10.5), привод струмознімача (див. пункт 6.10.6) і вимикач (див. пункт 6.10.7) слід об'єднувати блокуваннями, які забезпечують таке:

1) робота приводу струмознімачів на від'єднання від троліїв і приєднання до них можлива лише після вимкнення вимикача;

2) відчинення дверей на площадку для встановлення струмознімачів виконується тільки після відведення струмознімачів від троліїв у крайнє вимкнене положення;

3) робота приводу струмознімача на з'єднання їх з троліями можлива лише після зачинення дверей на площадку для встановлення струмознімачів;

4) вмикання вимикача здійснюється лише після з'єднання струмознімачів з троліями або після відведення струмознімачів від троліїв у крайнє вимкнене положення.

6.10.9. Конструкція струмознімачів повинна передбачати можливість встановлення перемички, що з'єднує їх між собою та з заземлювальним провідником.

6.10.10. Для проведення ремонтних робіт має бути забезпечене електропостачання крана трифазною напругою не вище 380/220 В.

6.10.11. У разі встановлення кранів просто неба слід:

- 1) головні тролєї захищати від атмосферних перенапруг і конструкції їх заземлити відповідно до вимог глави 2.5 ПУБ;
- 2) трансформатор і електродвигуни напругою вище 1000 В, установлені на крані, захищати від атмосферних перенапруг.

7. ЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ ЛІФТІВ

7.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

7.1.1. Даний розділ Правил поширюється на електроустановки ліфтів, багатокабінних підйомників безперервної дії, будівельних підйомників (далі за текстом - ліфти) вантажопідйомністю 40 кг і більше. Електроустановки ліфтів повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.02-99 і ПУЕ у тій мірі, в якій вони не змінені даним розділом. Ці Правила не поширюються на ліфти (підйомники), що встановлюються в вибухонебезпечних зонах, шахтах, на об'єктах гірничої промисловості, судах і інших плавучих засобах, на літаках та інших літальних апаратах.

7.2. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

7.2.1. Визначення основних термінів, які застосовані в цьому розділі, за винятком пунктів 7.2.2-7.2.3, наведені в ДСТУ 3552.

7.2.2. Багатокабінний підйомник - стаціонарна багатокабінна вантажопідймальна машина безперервної дії з електроприводом, призначена для підймання і спускання людей, вхід і вихід яких із кабіни здійснюється під час її руху.

7.2.3. Підйомник будівельний - транспортний засіб перервної дії, який встановлюється на час будівництва будь-якої споруди і призначений для підймання і спускання будівельних матеріалів (вантажний підйомник) або будівельних матеріалів і людей (вантажопасажирський підйомник) у кабіні, яка переміщується за вертикальними напрямними з одного рівня на інший.

7.3. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

7.3.1. Від однієї внутрішньобудинкової лінії живлення допускається живити не більше чотирьох ліфтів, розміщених в різних, не пов'язаних між собою сходових клітках і холах. У цих випадках необхідно до кожного видного пристрою встановлювати вимикальний захисний апарат у машинному приміщенні.

За наявності в сходовій клітці або в ліфтовому холі двох і більше ліфтів одного призначення вони повинні живитися від двох ліній, приєднаних безпосередньо до ВРП або ГРЩ; у цих випадках число ліфтів, приєднаних до однієї лінії, не обмежується.

7.3.2. Електропроводки, які не належать до ліфта, не повинні розміщуватися в його шахті.

У шахті ліфта, призначеного для роботи в режимі «Транспортування

пожежних підрозділів», прокладання вказаних електропроводок забороняється.

Допускається прокладання лінії електропроводки, якою подається живлення до ліфта в його шахті.

7.3.3. Напруга силових електричних кіл в машинному приміщенні повинна бути не вище 660 В, у кабінах, шахтах і на посадочних (вантажних) площадках ліфта, а також на площадках, де встановлено електрообладнання за відсутності машинного приміщення, - не вище 415 В 50 Гц, 440 В 60 Гц змінного струму та 460 В постійного випрямленого струму.

7.3.4. Напруга кіл керування, освітлення і сигналізації повинна бути не вище 250 В змінного струму (діюче значення) або середнього значення постійного (випрямленого) струму. Допускається для живлення вказаних кіл застосування фазного і нульового провідників.

7.3.5. Напруга кіл штепсельних розеток для живлення переносних ламп повинна бути не вище 25 В змінного струму (діюче значення), 60 В постійного (випрямленого) струму з живленням від трансформатора або акумулятора. У разі живлення від трансформаторів необхідно виконувати вимоги глави 6.2. ПУЕ.

Застосування автотрансформаторів і потенціометрів для пониження напруги не допускається.

7.3.6. Вилки та розетки для переносних ламп повинні відповідати таким вимогам:

- вилки не повинні входити в штепсельні розетки інших напруг;
- штепсельні розетки не повинні мати захисного контакту і не давати можливості вмикання вилок на інші напруги.

7.3.7. Використання металевих напрямних кабіни і противаг як струмовідводів блискавкозахисту, радіостояків і антен не допускається. У всіх приміщеннях ліфта разом із шахтою не дозволяється прокладання струмовідводів для вказаної мети.

7.3.8. Ступінь захисту оболонки з лицьового боку апаратів, доступний для пасажирів, повинен бути не нижче IP30 за ГОСТ 14254. Для пристроїв переговорного зв'язку допускається ступінь захисту - IP20.

7.3.9. Рівень перешкод радіоприйманню від електричних машин, апаратів та електропроводки, які входять у комплект електрообладнання ліфта або групової ліфтової установки, не повинен перевищувати значень, що встановлені чинними нормами.

7.4. ЕЛЕКТРОПРОВОДКИ

7.4.1. Електропроводка в машинному і блочному приміщеннях, шахті і кабіні ліфта, площадках, де встановлено електрообладнання ліфта за відсутності машинного приміщення, та внутрішній монтаж ліфтових пристроїв повинні відповідати вимогам глави 2.1 і 3.4 ПУЕ (за винятком пункту 3.4.15), а також таким вимогам:

1) електропроводку необхідно виконувати ізольованими проводами або кабелями, які не поширюють горіння, за ГОСТ 12176. Не допускається застосування силових і контрольних кабелів з ізоляцією із просоченого кабельного паперу;

2) для електропроводки можуть використовуватися проводи і кабелі з мідними й алюмінієвими жилами.

На ділянках кіл керування від поверхових рядів затискачів і рядів затискачів на кабіні до апаратів, що встановлюються в шахті і на кабіні, а також на ділянках кіл керування, що забезпечують безпеку користування ліфтом або тих, що зазнають ударів та вібрації, слід застосовувати проводи і кабелі з мідними гнучкими жилами.

При виконанні монтажу зовнішніх електричних кіл ліфтових електротехнічних виробів переріз мідних жил проводів і кабелів повинен бути не меншим для одно-дротових $1,5 \text{ мм}^2$, багатодровових у колах приєднання вимикачів, які контролюють умови безпеки, - $0,75 \text{ мм}^2$, у решті кіл - $0,35 \text{ мм}^2$. Переріз алюмінієвих жил проводів і кабелів повинен бути не менше ніж $2,5 \text{ мм}^2$;

3) проводи повинні мати захист від механічних пошкоджень;

4) внутрішній монтаж ліфтових апаратів і комплектних пристроїв має виконуватись проводами з мідними жилами.

У шахті ліфта допускаються: відкрите прокладання вертикально розміщених ізольованих проводів у вигляді пучків (за винятком електричної мережі за пунктом 7.4.3); прокладання горизонтально розташованих проводів у негорючих трубах; прокладання відкрито ізольованих проводів без застосування труб, електричної мережі освітлення шахти ліфта в межах шахти.

Електропроводка в шахті повинна бути розміщена так, щоб запобігти доторканню її до рухомих частин ліфта.

7.4.2. Струмопровід до кабіни, а також до противаги в разі установки на ній електричних апаратів повинен виконуватися гнучкими кабелями або гнучкими проводами з мідними жилами перерізом не менше $0,75 \text{ мм}^2$ кожна і замкненими в гнучкий шланг.

У струмопроводі слід передбачати не менше 5% резервних жил від загальної кількості, але не менше двох жил. Допускається для вантажного малого ліфта мати одну резервну жилу.

Кабелі й шланги слід розраховувати на сприйняття навантаження від власної ваги. Допускається їх посилення закріпленням до несучого сталевого троса.

Кабелі й шланги струмопроводу повинні бути розміщені і закріплені таким чином, щоб під час руху кабіни унеможлилювалось їх зачеплення за конструкції шахти та механічне пошкодження. У разі застосування для струмопроводу декількох кабелів або шлангів вони повинні бути скріплені поміж собою.

7.4.3. Допускається прокладати разом (в одному пучку, трубі, кабелі тощо) ізольовані провідники різних кіл одного ліфта незалежно від роду струму і напруги за умови, що ізоляція усіх провідників розрахована на найбільшу напругу.

Якщо можливий негативний вплив різних кіл одне на одного (виникнення індуктивних наводок, перешкод тощо), то в разі сумісного прокладання провідників слід застосовувати екранування або інші захисні засоби.

Не дозволяється сумісне прокладання з іншими електричними колами ліфта кіл освітлення шахти.

7.4.4. Проводи, які підходять до затискачів клемних рейок та електрообладнання, повинні мати маркування. Якщо проводи приєднуються за допомогою рознімних з'єднань, тоді маркуванню підлягають контакти останніх. У цих випадках конструкція рознімних з'єднань повинна унеможливити їх неправильне з'єднання, а також застосування спеціальних інструментів для їх роз'єднання (з'єднання).

7.4.5. З'єднання, клема і роз'єднання повинні міститися в корпусах, боксах або на панелях, для них призначених, за винятком тих, які мають власні захисні оболонки, що захищають їх від механічних пошкоджень.

7.4.6. Якщо після розімкнення ввідного пристрою або вимикачів ліфта деякі клема залишаються під напругою (наприклад, від спареного ліфта), вони повинні бути відокремлені від клем без напруги, а якщо напруга перевищує 25 В, то відповідно промарковані.

7.5. ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ МАШИННОГО ПРИМІЩЕННЯ

7.5.1. Машинне приміщення ліфтів повинно бути недоступним для сторонніх осіб.

Розміщення електрообладнання та проходи для обслуговування повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.02-99 (розділ 6.3).

7.5.2. Машинне приміщення ліфтів частині впливу факторів навколишнього середовища повинно відповідати таким вимогам: температура - не нижче плюс 5 °С і не вище +40 °С; відносна вологість повітря - не більше 80% при +25 °С; унеможливлення конденсації вологи; відсутність струмопровідного пилу.

7.5.3. У машинному приміщенні безпосередньо біля входу слід установлювати ввідний пристрій для подачі або зняття напруги з ліфта (див. також пункт 7.3.1).

7.5.4. Контактори для реверсування повинні мати механічне або електричне блокування.

7.6. ЕЛЕКТРИЧНІ ЗАСОБИ ЗАХИСТУ

7.6.1. Захист повинен відповідати вимогам глав 3.1, 5.3 ПУЕ, а також додатковим вимогам, викладеним у даному розділі.

7.6.2. Для захисту всіх електродвигунів ліфта від короткого замикання слід застосовувати автоматичні вимикачі з електромагнітними і тепловими розчіплювачами.

Не допускається застосування для захисту електродвигунів плавких запобіжників.

7.6.3. Електродвигуни лебідки ліфта, перетворювальних агрегатів ліфта, крім захисту від короткого замикання, повинні мати захист від перевантаження.

Рекомендується захист від перевантажень здійснювати за допомогою вбудованого в електродвигун датчика температури або автоматичним вимикачем з тепловим розчіплювачем.

7.6.4. Кола керування, освітлення і сигналізації ліфта можуть мати захист тільки від коротких замикань.

7.6.5. Апарати захисту допускається не встановлювати в місцях

Електроустановки ліфтів

751

зменшення перерізу ліній кіл керування, освітлення, сигналізації, електродвигуна приводу дверей.

7.7. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

7.7.1. Кабіна, шахта (при суцільному її обгородженні) і приямок ліфта, крім вантажного малого та вантажного тротуарного ліфтів, а також машинне і блочне приміщення, площадки перед дверима шахти, проходи й коридори, які ведуть до ліфта, до машинного і блочного приміщень приямка, а в багатокабінному підйомнику також приміщення натяжних пристроїв повинні бути обладнані робочим електричним освітленням. Машинне приміщення, крім робочого освітлення, повинно бути обладнане аварійним електричним освітленням.

Кожна кабіна багатокабінного підйомника може бути освітлена за допомогою світильників, установлених у кабінах або зовні.

7.7.2. Кабіна ліфта, крім робочого, повинна мати аварійне електричне освітлення в разі підключення робочого освітлення кабіни після автоматичного вимикача силового кабеля або в разі застосування однієї лампи для робочого освітлення кабіни ліфта, в якому дозволяється транспортування людей. Допускається живлення аварійного освітлення кабіни ліфта виконувати від самостійного джерела живлення (акумулятора).

7.7.3. Живлення електричного освітлення приміщень ліфта, зазначених вище, повинно бути незалежним від живлення лебідки. Це забезпечується шляхом подачі живлення від відповідних освітлювальних мереж будинку.

7.7.4. Для освітлення шахти ліфта повинні бути встановлені стінні патрони з лампами розжарювання.

У багатокабінного підйомника джерела світла, розміщені в шахті, повинні бути недоступні для пасажирів або мати надійну огорожу.

Освітлення глухих шахт підйомників з автоматичними дверима дозволяється виконувати шляхом встановлення однієї лампи на кабіні і однієї лампи під кабіною.

7.7.5. Освітленість у приміщеннях ліфта, зазначених у пункті 7.7.1, повинна відповідати вимогам ДНА0110.00-1.02-99.

7.8. ЗАХИСНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

7.8.1. Для захисту людей від ураження електричним струмом та іншого травматизму слід уживати заходів безпеки згідно з нормативними документами (ДНАОП 0.00-1.02 і ПУЕ).

7.8.2. Живлення ліфта повинно виконуватися від електричної мережі змінного струму з глухозаземленою нейтраллю з системою заземлення типу ТИ-в або ТІ[^]-С-З напругою не вище ніж указано в пункті 7.3.3.

7.8.3. Занулення (заземлення) електрообладнання ліфта слід виконувати за системою типу ТМ-Б. Роз'єднання нульового робочого І-провідника та нульового захисного РЕ-провідника слід виконувати, починаючи від ввідного пристрою в разі підключення до мережі живлення з системою заземлення типу ТК-С-в.

7.8.4. Нульові робочі М-провідники повинні мати ізоляцію, рівноцінну фазним.

7.8.5. Для заземлення кабіни ліфта з електрообладнанням як нульовий захисний РЕ-провідник слід використовувати одну або декілька жил кабеля (один або декілька проводів) струмопідводу до кабіни.

Як додаткові захисні заземлювальні провідники рекомендується використовувати екранувальні оболонки і несучі троси кабеля струмопроводу.

7.8.6. У шахті ліфта слід застосовувати систему зрівнювання потенціалів відповідно до вимог пункту 1.7.47 ПУЕ. Переріз захисних провідників повинен відповідати вимогам таблиці 7.1.

7.8.7. Усі струмопровідні частини електрообладнання ліфта повинні бути надійно приєднані до нульового захисного РЕ-провідника.

Як захисні РЕ-провідники можуть використовуватися: жили багатожильних кабелів, ізолювані або неізолювані проводи, стаціонарно прокладені неізолювані або ізолювані провідники, металеві оболонки кабелів, труби тощо.

Забороняється використовувати металеві напрямні кабінні і противаги ліфта як захисні провідники.

Таблиця 7.2. Найменш допустимі перерізи захисних провідників

Переріз фазних провідників, мм ²	Найменший переріз захисних провідників, мм ²
8 = 16	Б
16 <v = 35	16
Б >35	в/2

7.8.8. Металеві напрямні кабінні і противаги повинні бути приєднані у верхній і нижній частинах до нульового захисного РЕ-провідника. При цьому місця стиків напрямних повинні забезпечувати безперервність електричного кола.

7.8.9. Як захисні РЕ-провідники для занулення (заземлення) електрообладнання, розміщеного на кабінні, а також на елементах ліфта, які зазнають ударів і вібрацій, слід використовувати гнучкі багатодротові провідники.

7.8.10. Система керування ліфтами, що розраховані на роботу в режимі «Пожежа» та режимі «Транспортування пожежних підрозділів», повинна відповідати вимогам ДБН В.2.2-9 (додаток Ж).

7.9. УСТАНОВКИ З БЕЗКОНТАКТНОЮ АПАРАТУРОЮ КЕРУВАННЯ

7.9.1. Забороняється застосування безконтактних пристроїв, що контролюють умови безпеки ліфта та кіл вимикачів.

7.9.2. Електричні кола контактних електротехнічних пристроїв повинні бути гальванічно розділені з електричними колами безконтактних пристроїв. Гальванічне розділення рекомендується виконувати за допомогою входних узгод- жувальних елементів або реле, контакти яких призначені для роботи в колах з низькою напругою і малими струмами.

7.9.3. Блоки живлення системи керування з логічними елементами повинні мати захист від короткого замикання, перевантажень і зниження вихідних напруг із сигналізацією про його спрацювання. Захист слід будувати так, щоб у разі короткого замикання, перевантаженні або зниженні напруги в одному колі вимикалися всі вхідні кола блока живлення.

7.9.4. Системи керування на основі мікро-ЕОМ (мікропроцесорні) повинні забезпечувати можливість контролю, діагностики обладнання і введення програмованих параметрів під час пуско-налагоджувальних робіт і технічного обслуговування ліфта за допомогою вбудованих або переносних пристроїв.

7.9.5. Системи керування ліфтами з блоками логіки на безконтактних елементах (не мікропроцесорні) повинні мати прилади сигналізації для візуального контролю основних параметрів стану електрообладнання.

8. ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ

8.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

8.1.1. Вимоги цього розділу Правил поширюються на зварювальні установки дугового зварювання, які обладнуються та використовуються в закритих приміщеннях або просто неба для виконання електротехнологічних процесів зварювання, наплавлення і різання металів.

Вимоги цього розділу поширюються на установки дугового зварювання, в яких використовуються плавкі і неплавкі електроди під час обробки (з'єднання, порізу) металевих виробів у повітряному або в середовищі захисних газів (аргон, двоокис вуглецю та ін.), а також під шаром флюсу. Вимоги до інших видів зварювання та до зварювально-складських приміщень і дільниць регламентуються спеціальними нормативними документами.

8.1.2. Зварювальні установки повинні відповідати вимогам розділів 1-6 ПУЕ в тій мірі, в якій вони не змінені цим розділом, а також ДСТУ 2456, ГОСТ 12.2.007.8, ДНАОП 0.00-1.21-98.

8.2. ТЕРМШИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

8.2.1. Визначення основних термінів, які застосовані в цьому розділі, за винятком пунктів 8.2.2-8.2.5, наведені в ДСТУ 3761.2 та ДСТУ 3761.3.

8.2.2. Джерело зварювального струму - спеціальний електротехнічний пристрій, здатний забезпечувати подачу електричної енергії з відповідними параметрами для перетворення її в необхідну кількість тепла в зоні плавлення або нагрівання металу до пластичного стану для виконання електротехнологічних процесів зварювання, наплавлення, різання.

8.2.3. Зварювальне коло - електричне коло електрозварювальної установки, призначене для проходження зварювального струму від вихідних затискачів його джерела до деталі (виробу).

8.2.4. Однопостові та багатопостові джерела зварювального струму - джерела, які забезпечують живлення відповідно одного або декількох зварювальних постів.

8.2.5. Автономна зварювальна установка - установка, яка забезпечує електротехнологічний процес зварювання без підключення її до електричної мережі (наприклад, установка зі зварювальним агрегатом, у якого приводним двигуном є двигун внутрішнього згорання та інші).

8.3. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

8.3.1. Обладнання зварювальних установок повинно мати відповідний ступінь захисту залежно від умов навколишнього середовища. Конструкція і розташування цього обладнання, огорож та блокувань повинні забезпечувати унеможливлення його механічного пошкодження, а також випадкового дотику до частин, що обертаються або перебувають під напругою.

Зварювальні роботи слід виконувати згідно з вимогами ГОСТ 12.3.003, ГОСТ 12.1.038 та ДНАОП 0.00-1.21-98 (підрозділ «Вимоги до електрозварювальних робіт та обладнання»).

8.3.2. Розміщення обладнання зварювальних установок, його вузлів та механізмів, а також органів керування повинно забезпечувати вільний, зручний та безпечний доступ до них. Окрім того, розташування органів керування повинно забезпечувати можливість швидкого вимикання обладнання та зупинення всіх його механізмів.

8.3.3. Для зварювальних установок, обладнання яких потребує оперативного обслуговування на висоті більше ніж 1,3 м, необхідно споруджувати робочі площадки, огорожені поручнями, з постійними сходами, виконаними із негорючих матеріалів за ДСТУ Б В.2.7-19. Настил робочої площадки повинен мати покриття з діелектричного матеріалу за класом стійкості щодо горіння ГН(ПГ)1 згідно з ГОСТ 28779.

8.3.4. Органи керування зварювальними установками, які не мають фіксаторів положення, слід огорожувати, щоб уникнути випадкового їх увімкнення або вимкнення.

8.3.5. Як джерело зварювального струму слід застосовувати тільки спеціально для цього передбачені зварювальні трансформатори або перетворювачі статичні чи двигун-генераторні з електродвигунами або двигунами внутрішнього згорання, які задовольняють вимоги чинних стандартів. Зварювальні агрегати переносних або пересувних зварювальних установок можна розташовувати на автомобільних причепах, обладнаних гальмами та знаками згідно з «Правилами дорожнього руху».

8.3.6. Шафи комплектних пристроїв та корпуси зварювального обладнання (машин), які мають неізольовані струмовідні частини, що перебувають під напругою вище 25 В змінного або вище 60 В постійного струму, повинні оснащуватися блокуванням, яке забезпечує при відчиненні дверей (дверцят) вимкнення пристроїв, шафи (корпуса). У цих випадках вхідні затискачі, які залишаються під напругою, повинні бути захищені від випадкового дотику, а обладнання блокування має бути без відкритих струмовідних частин, що перебувають під напругою при відчинених дверях (дверцятах).

Допускається замість блокування застосовувати замки із спеціальними ключами, якщо під час роботи немає потреби відчиняти двері.

8.3.7. Напряга первинного кола зварювальної установки повинна бути не вище 660 В. Коло повинно містити в собі комутаційний та захисний електричні апарати. Зварювальні кола не повинні мати з'єднань з електричними колами, які приєднані до мережі (у тому числі з електричними колами обмоток збудження генераторів перетворювачів, які живляться від мережі).

8.3.8. Електричне навантаження декількох однофазних джерел зварювального струму повинно по змозі рівномірно розподілятися між фазами трифазної мережі.

8.3.9. Електричне навантаження зварювальних установок не повинно зменшувати нижче, ніж нормується чинним стандартом показників якості електроенергії у споживачів, які приєднані до мережі загального користування. За потреби слід вживати відповідних заходів для зменшення впливу зварювальної установки на електричну мережу.

8.3.10. Для визначення зварювального струму установка ручного дугового зварювання повинна мати вимірювальний прилад. Електрозварювальні установки з однопостовим джерелом зварювального струму можуть не мати вимірювальних приладів, якщо джерело струму має шкалу вимірювання на регуляторі.

8.3.11. Переносні та пересувні зварювальні установки (крім автономних) слід приєднувати до електричних мереж безпосередньо кабелем.

8.3.12. Приєднання переносної або пересувної зварювальної установки безпосередньо до стаціонарної електричної мережі потрібно здійснювати з використанням комутаційного і захисного апаратів з розбірними або розніжними контактними з'єднаннями. Обов'язкова наявність блокування, яке унеможливує вмикання та вимикання цих з'єднань при увімкненому положенні комутаційного апарата.

8.3.13. Кабельна лінія первинного кола переносної (пересувної) зварювальної установки від комутаційного апарата до джерела зварювального струму повинна виконуватися гнучким шланговим кабелем з мідними жилами, який не поширює горіння згідно з ГОСТ12176 з ізоляцією і в оболонці (шланзі) з гуми або пластмаси, які не розповсюджують горіння.

8.3.14. Установки з автоматичним і механізованим дуговим зварюванням з дистанційним регулюванням режиму роботи джерела зварювального струму рекомендується обладнувати двома комплектами органів керування приладами (рукояток, кнопок та ін), один з яких розташовується біля джерела зварювального струму, другий - на пульті керування зварювальною установкою. Для вибору виду керування регулятором (місцевого або дистанційного) слід установлювати перемикач, який забезпечує блокування, що унеможливує помилкове увімкнення. Замість блокування допускається передбачати механічний замок із спеціальним ключем.

8.3.15. Зварювальне коло слід виконувати гнучкими багатожилевими зварювальними кабелями з мідними жилами з гумовою ізоляцією і в гумовій оболонці (див. пункт 6.7.64 ДНАОП 0.00-1.21-99).

Кабелі не повинні поширювати горіння згідно з ГОСТ 12176.

8.3.16. Переріз кабелів зварювального кола доцільно вибирати, виходячи з того, що густина струму в кабелі при номінальній напрузі не повинна перевищувати 5 А/мм².

8.3.17. У зварювальних установках, окрім заземлення корпусів та інших металевих не струмовідних частин обладнання (згідно з розділом 1.7 ПУЕ), слід заземлювати той затискач вторинного кола джерела зварювального струму, який з'єднується провідником (зворотний провід) з виробом.

8.3.18. Зварювальне електрообладнання для приєднання заземлювального провідника повинно мати болт (гвинт, шпильку) з контактною поверхнею, яка розміщена в доступному місці з написом «Земля» (або умовним знаком заземлення за ГОСТ 2.721). Діаметр болта та площа контактної поверхні повинні бути не менше ніж за ГОСТ 12.2.007.0.

8.3.19. Розніжні з'єднувачі проводів для вмикання в електричне коло напругою вище 25 В змінного струму і вище 60 В постійного струму переносних пультів керування зварювальних автоматів та напівавтоматів повинні бути обладнані заземлювальними затискачами.

8.4. ВИМОГИ ДО ПРИМІЩЕНЬ ДЛЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОЧИХ МІСЦЬ

8.4.1. Для зварювальних установок та зварювальних постів, які передбачені для постійних зварювальних робіт у будинках, що не є зварювально-складальними цехами і дільницями, повинні бути передбачені спеціальні приміщення із стінами з негорючих матеріалів. Площа і об'єм таких приміщень та система їх вентиляції повинні відповідати вимогам ДСТУ 2456.

8.4.2. Зварювальні пости допускається розміщувати у вибухо-тапожежонебезпечних зонах тільки для тимчасових зварювальних робіт, які повинні виконуватися з дотриманням вимог НАПБ В.05.003-74/112.

8.4.3. Зварювальні пости для постійного виконання зварювальних робіт відкритою дугою або в середовищі захисних газів виробів малих та середніх розмірів безпосередньо у виробничих цехах у пожежобезпечних зонах повинні розміщуватися в спеціальних кабінах із стінами з негорючих матеріалів.

Кабіни повинні бути з відкритим верхом, а їх стіни - заввишки 2 м. Між стінами кабіни та підлогою необхідно залишати зазор не менше 50 мм при зварюванні відкритою дугою і 300 мм при зварюванні в середовищі захисних газів. Цей зазор має бути огорожений сіткою з неспалених матеріалів з розміром чарунок 1,0x1,0 мм.

Якщо над кабіною рухається мостовий кран, то верх кабіни слід закрити сіткою з чарунками розміром не більше ніж 50x50 мм.

Вільна площа в кабіні на один зварювальний пост повинна становити не менше ніж 3м².

8.4.4. Тимчасове виконання робіт на зварювальних постах відкритою дугою або під флюсом дозволяється безпосередньо в пожежонебезпечних приміщеннях за умов огороження місця роботи щитами або шторами з негорючих матеріалів заввишки не менше 1,8 м.

8.4.5. У разі ручного зварювання відкритою дугою або під флюсом та при автоматичному зварюванні відкритою дугою повинно передбачатися відсмоктування газів безпосередньо із зони зварювання.

9. УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРИЧНОГО КАБЕЛЬНОГО ОБІГРІВАННЯ

9.1. ГАЛУЗЬ ЗАСТОСУВАННЯ

9.1.1. Даний розділ поширюється на стаціонарні установки електричного кабельного обігрівання (далі - ЕКО) різного призначення напругою до 1000 В, у яких як елемент, що випромінює тепло, використовуються спеціальні електричні кабелі, розраховані на температуру нагрівання жили до +100 °С.

Вимоги даного розділу поширюються на всі елементи установок ЕКО, призначених для: обігрівання приміщень різного призначення (крім складських приміщень категорії А, Б, В згідно з ОНТП-24), у випадках, коли нагрівальні кабелі розташовані в огорожувальних будівельних конструкціях; обігрівання з метою запобігання обмерзанню покрівель, сходів підземних

переходів, відкритого і закритого ґрунту (відкриті і закриті спортивні споруди, вулиці, дороги, теплиці тощо).

9.1.2. Вимоги даного розділу не поширюються на установки електричного обігрівання для технологічних потреб, за винятком теплиць та спортивних споруд.

9.1.3. Установки електричного кабельного обігрівання та електротехнічне обладнання, яке в них використовується, крім вимог даного розділу, повинні відповідати вимогам розділів 1-5 даних Правил та розділам 1-6 ПУЕ.

9.2. ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

9.2.1. Установка електричного кабельного обігрівання - сукупність функціонально пов'язаних між собою нагрівальних кабелів, електротехнічних виробів загального призначення, кабельних ліній та електропроводок для зовнішнього з'єднання нагрівальних секцій з мережею живлення.

9.2.2. Нагрівальний кабель - кабельний виріб, що перетворює електричну енергію в теплову з метою нагрівання.

9.2.3. Кабельна нагрівальна секція - секція з тепловипромінюючим елементом у вигляді нагрівального кабеля.

9.2.4. Монтажні кінці - елемент нагрівальної секції, виконаний з установочного силового кабеля або проводу і призначений для з'єднання нагрівального кабеля секцій з мережею електричного струму.

9.2.5. З'єднувальна муфта - елемент кабельної нагрівальної секції, призначений для електричного і механічного з'єднання нагрівального елемента з монтажними кінцями або нагрівальних елементів між собою з герметизацією і механічним захистом місця з'єднання.

9.2.6. Кінцева муфта - елемент кабельної нагрівальної секції, призначений для електричного і механічного з'єднання нагрівальних жил із струмовідними жилами або нагрівальних жил поміж собою з герметизацією і механічним захистом місця з'єднання або тільки для герметизації кінця секції нагрівального кабеля, до якого не приєднані монтажні кінці.

9.2.7. Саморегулювальний кабель - кабель, який за своєю конструкцією має властивість самостійно зменшувати своє тепловипромінювання до достатньо низького значення в разі підвищення температури навколишнього середовища.

9.3. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

9.3.1. Живлення установок ЕКО слід виконувати від мережі напругою 380/220 В з системою заземлення ТИ-Є або ТК-С-Б, розрахованою на навантаження від установок ЕКО як від струмоприймачів з постійно діючою номінальною потужністю.

9.3.2. Розподільна мережа, апаратура керування і захисту установок ЕКО повинні мати тривало допустимий струм не менше 125% номінального струму навантаження.

9.3.3. У групових мережах установок ЕКО струм фази не повинен перевищувати 30 А незалежно від кількості відгалужень.

9.3.4. В установках ЕКО слід застосовувати терморегулятори для підтримки заданого температурного режиму. Температура на поверхні

установок ЕКО не повинна перевищувати значень, які встановлені СНиП 2.04.05.

9.3.5. У розподільних мережах установок ЕКО слід застосовувати три- і п'ятипровідні лінії.

9.3.6. Для електроакумуляційного обігрівання підлог слід застосовувати дві робочі незалежні одна від одної установки ЕКО. Керування однією (базовою) з них повинно виконуватись автоматичними пристроями згідно з технічними умовами електропостачальної організації.

9.4. ВИБІР ТА ПРОКЛАДАННЯ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

9.4.1. В установках ЕКО, як правило, потрібно застосовувати екрановані нагрівальні кабелі.

9.4.2. В установках ЕКО, під час експлуатації яких кабельні нагрівальні секції можуть зазнавати значних механічних впливів, слід застосовувати броньовані нагрівальні кабелі або кабелі з підвищеною механічною міцністю.

9.4.3. У разі укладання кабельних нагрівальних секцій в бетон чи цементно-піщаний розчин слід застосовувати екранований та неекранований нагрівальні кабелі з потужністю тепловипромінювання відповідно не більше 50 Вт/м та 20 Вт/м.

9.4.4. При прокладанні нагрівальних кабельних секцій поміж дерев'яними будівельними конструкціями слід застосовувати секції з одножильним екранованим нагрівальним кабелем потужністю тепловипромінювання не більше 10 Вт/м.

9.4.5. Нагрівальний кабель, що прокладається відкрито на покрівлях, повинен бути стійкий до впливу прямих сонячних променів.

9.4.6. Нагрівальний кабель, що укладається в литий асфальт, повинен витримувати підвищену температуру навколишнього середовища +250 °С на час його укладання.

9.4.7. Забороняється на елементах покрівлі, де можливе скупчення листя дерев та іншого сміття, а прибирання сміття утруднене, застосовувати нагрівальний кабель постійної потужності. У цих випадках слід використовувати саморегулювальний кабель.

9.4.8. Нагрівальні кабелі, що можуть зазнавати впливу агресивних середовищ, повинні мати відповідний захист.

9.4.9. За всією довжиною нагрівальний кабель слід прокладати в середовищі, однорідному за своїми теплопровідними властивостями.

9.4.10. Забороняється під час прокладання кабельних нагрівальних секцій змінювати (скорочувати) довжину нагрівального кабеля.

9.4.11. Відстань між сусідніми трасами нагрівального кабеля в підлозі, стелі або стіні не повинна бути менше 25 мм між центрами.

9.4.12. Відстань від нагрівальних кабелів до установчої електроапаратури (розетки, вимикачі, освітлювальна апаратура) повинна бути не менше 200 мм.

9.4.13. У разі прокладання кабельних нагрівальних секцій в підлозі їх перехрещення з силовими кабелями та груповими мережами дозволяється за таких умов:

- силові кабелі прокладаються в трубах нижче нагрівальних на відстані не менше 50 мм;

- силові кабелі повинні вибиратися з урахуванням додаткового нагріву (температура навколишнього середовища +50 °С).

9.4.14. При прокладанні нагрівальних кабелів на стелях або в стінах вони не повинні перехрещуватися з силовими кабелями, що не належать до них.

9.4.15. В установках ЕКО, призначених для обігрівання приміщень, кабельні нагрівальні секції слід, як правило, прокладати в межах одного приміщення. Допускається використовувати одну нагрівальну секцію для обігрівання не більше двох суміжних приміщень з однаковими умовами тепловіддачі. Під перегородкою, що розділяє приміщення, нагрівальний кабель може пройти не більше двох разів, і в цьому випадку повинен бути замуrowаний цементно-піщаним розчином завтовшки не менше 20 мм.

9.4.16. У разі прокладання в приміщенні більше однієї кабельної нагрівальної секції нагрівальні кабелі кожної секції слід кріпити окремими елементами кріплення.

9.4.17. Забороняється прокладання нагрівальних кабелів через температур-ні шви.

9.4.18. У разі застосування установок ЕКО для обігрівання стелі всі елементи конструкції під несучим перекриттям повинні бути з неструмопровідних матеріалів, за винятком елементів для підвішування стелі, шурупів, болтів, скоб, затискачів тощо. Відстань між цими струмопровідними елементами і нагрівальними кабелями повинна бути не менше ніж 30 мм.

9.4.19. Електропроводка, що розташовується над підігріваючою стелею, повинна мати відстань від стелі не менше ніж 50 мм, і її робочий режим слід розраховувати, як режим при температурі повітря ≤ 50 °С.

9.4.20. У разі укладання кабельних нагрівальних секцій в бетон з'єднувальні муфти і не менше ніж 100 мм монтажних кінців слід закладати в бетон або цемент тим самим способом, що й нагрівальний кабель.

9.4.21. Розподільні коробки для підведення живлення до нагрівальних секцій слід установлювати максимально наближено до нагрівальних кабелів.

9.4.22. У розподільній коробці слід розміщувати не менше ніж 150 мм вільної довжини монтажних кінців з маркуванням.

9.5. ЗАХИСНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

9.5.1. Нагрівальний кабель не повинен створювати небезпеку займання навколишнього середовища. В умовах нормальної експлуатації нагрівальний кабель не повинен нагрівати предмети, які вироблені з горючих матеріалів, до температури вище +80 °С.

9.5.2. Для захисту від пожежі слід застосовувати автоматичні обмежувачі температури. Допускається не використовувати автоматичні обмежувачі температури в таких випадках: монтаж нагрівального кабеля виконано у

вогнетривкому середовищі (наприклад, кабель, залитий бетоном); застосовується саморегулювальний нагрівальний кабель.

9.5.3. В установках ЕКО слід застосовувати ПЗВ з номінальним диференціальним струмом спрацьовування не більше 30 мА. Допускається використовувати ПЗВ з номінальним диференціальним струмом спрацьовування до 100 мА, якщо натуральний диференціальний струм витоку нагрівальних секцій перевищує 10 мА (виняток - пункт 9.5.4).

9.5.4. Забороняється застосовувати ПЗВ з номінальним диференціальним струмом опрацьовування понад 30 мА в таких випадках: нагрівальні кабелі доступні дотику (наприклад, для обігрівання водостічних труб і жолобів); нагрівальні кабелі застосовуються для обігрівання приміщень житлових, громадських, сільськогосподарських будинків та споруд, приміщень з вибухопожежонебезпечними зонами; нагрівальні кабелі не мають металеві оболонки (екрана) або приєднані до електромережі через розетку з вилкою.

9.5.5. З'єднання з електричною мережею за допомогою штепсельної вилки допускається тільки для саморегулювальних нагрівальних кабелів.

9.5.6. Допускається застосовувати один ПЗВ на групу кабельних нагрівальних секцій (груповий ПЗВ). У таких випадках кожен кабельну нагрівальну секцію слід захищати окремим автоматичним вимикачем.

9.5.7. Металеву оболонку (екран) нагрівальних кабелів слід приєднувати до захисного РЕ-провідника розподільної мережі установок ЕКО з обох кінців з допомогою затискачів чи болта.

9.5.8. У разі застосування нагрівального кабеля без металеві оболонки (екрана) над ним слід укладати рулонну металеву сітку з розміром чарунок 50x50 мм і приєднувати її до системи зрівнювання потенціалів.

9.5.9. На всіх об'єктах, оснащених установками ЕКО, слід установлювати попереджувальні таблички так, щоб їх було добре видно.

Додаток 1 до

пункту 2.5.9

*«Правил будови
електроустановок.
Електрообладнання спеціальних
установок».*

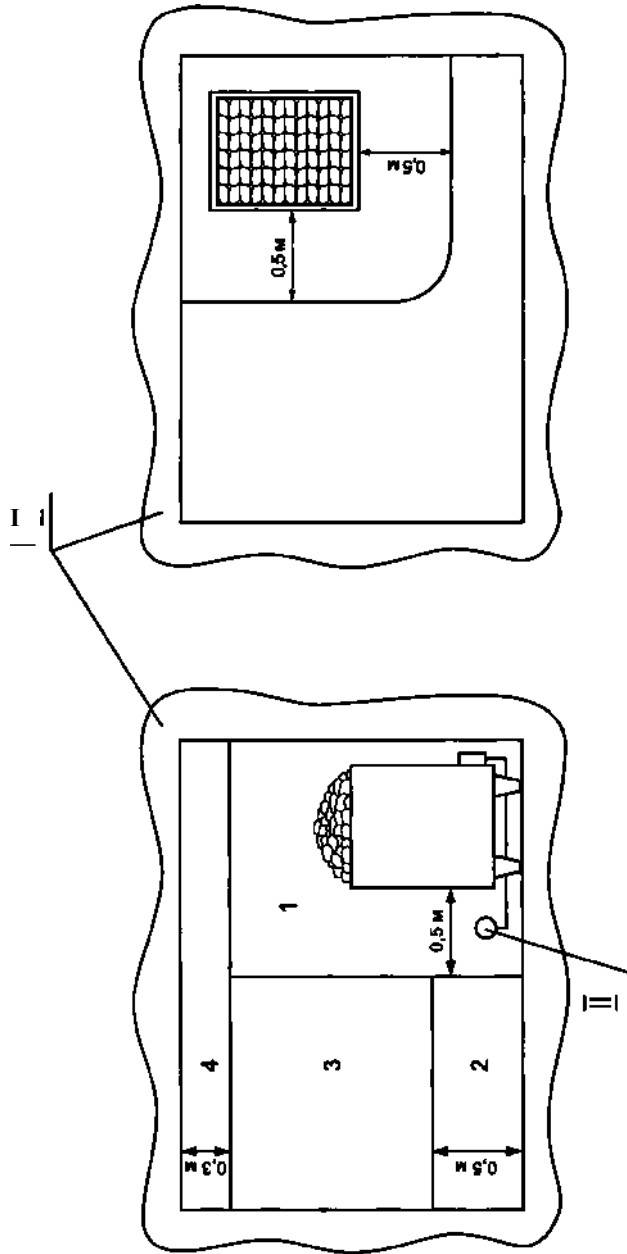
КЛАСИФІКАЦІЯ ЗОН З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ У ПРИМІЩЕННЯХ САУН З ЕЛЕКТРОНАГРІВАЛЬНИМИ ПРИЛАДАМИ

Для забезпечення безпеки та вибору електрообладнання приміщення саун розподіляються на чотири зони з наступними розмірами (див. рисунок 2.5.9):

- зона 1, в якій допускається розміщення тільки електронагрівальних приладів;
- зона 2, для якої вимоги щодо теплостійкості для електрообладнання не встановлюються;
- зона 3, в якій електрообладнання повинно витримувати температуру не нижче $-1-125^{\circ}\text{C}$, а ізоляція проводів і кабелів - не нижче $+170^{\circ}\text{C}$;
- зона 4, в якій повинні установлюватися тільки пристрої керування приладами електронагрівання (термостати і обмежувачі температури) і електропроводка до них. Електропроводка повинна витримувати

температуру не нижче $+170^{\circ}\text{C}$.

Дода
ток 1



Розріз План

I
B
*
5
II
• 7
I -
i - I
05 §
M2
i I
H
3
ai §
I
co

*Додаток 2 до
пункту 2.6.5
«Правил будови
електроустановок.
Електрообладнання спеціальних
установок».*

**КЛАСИФІКАЦІЯ ЗОН З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ У ПРИМІЩЕННЯХ ВАНН
ТА ДУША**

Для забезпечення безпеки та вибору електрообладнання приміщення ванн та душа розподіляються на чотири зони з наступними розмірами (дав. рисунок 2.6.5).

Зона 0 - внутрішній об'єм ванни або душового піддона.

Зона 1 обмежується:

- зовнішньою вертикальною площиною ванни, душового піддона або вертикальною площиною на відстані 0,60 м від душового розбризкувача для душа без піддона;

- підлогою та горизонтальною площиною на відстані 2,25 м над підлогою.

Зона 2 обмежується:

- зовнішньою вертикальною площиною зони 1 та паралельною їй вертикальною площиною на відстані 0,60 м;

- підлогою та горизонтальною площиною на відстані 2,25 м над підлогою.

Зона 3 обмежується:

- зовнішньою вертикальною площиною зони 2 та паралельною їй вертикальною площиною на відстані 2,40 м;

- підлогою та горизонтальною площиною над підлогою на відстані 2,25 м.

Розміри вимірюються з урахуванням стін та стаціонарних перегородок.

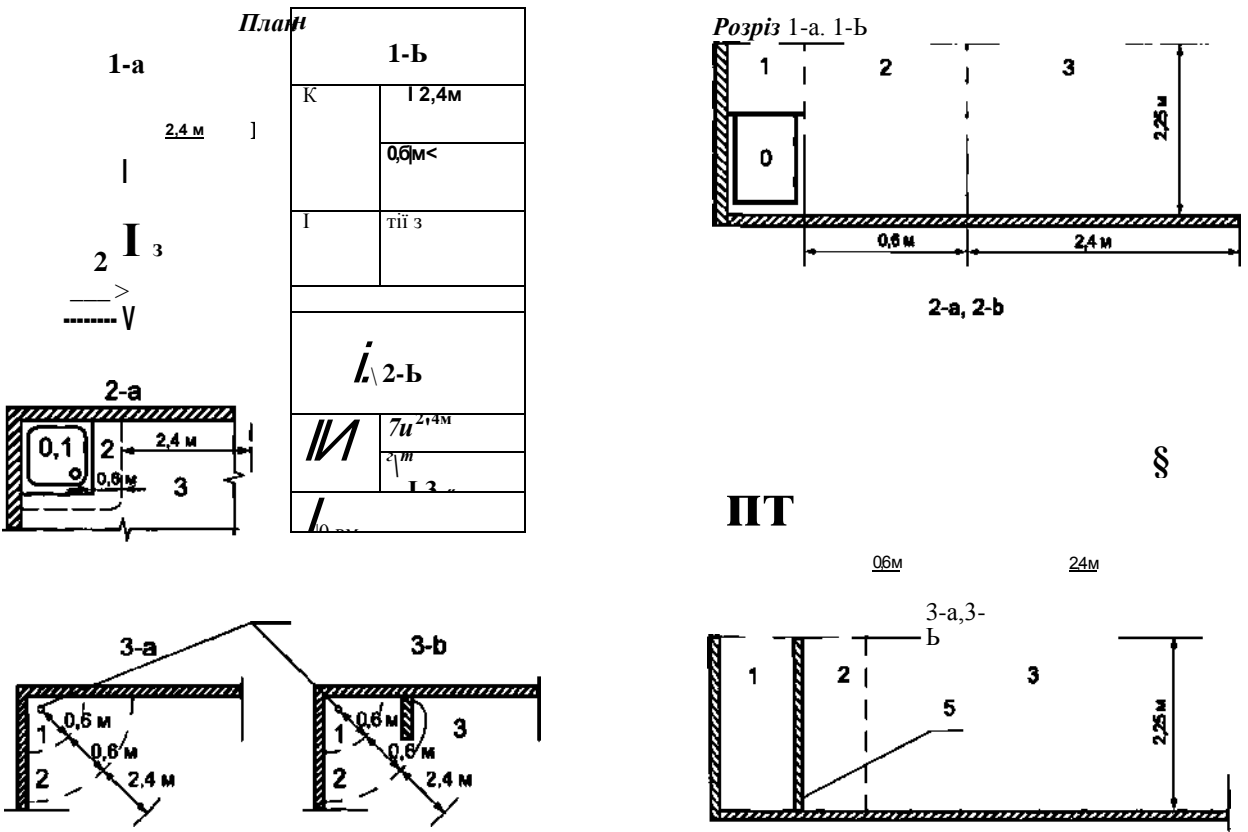


Рисунок 2.6.5 - Розміри зон:

1-а- ванна; 1-б- ванна зі стаціонарною перегородкою; 2-а - душ з піддоном; 2-б - душевий піддон зі стаціонарною перегородкою; 3 а - душ без піддона; 3-б - душ без піддона, але зі стаціонарною перегородкою; 0, 1, 2, 3 - зони; 4 - розбризкувач душа; 5 - стаціонарна стіна-перегородка.

ЗМІСТ

РОЗДІЛІ. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА	3
ГЛАВА 1.1 Загальна частина	3
Сфера застосування, визначення	3
Загальні вказівки щодо улаштування електроустановок	6
Приєднання електроустановок до енергосистеми	9
Передача електроустановок в експлуатацію	9
Глава 1.2 Електропостачання і електричні мережі	9
Сфера застосування, визначення	9
Загальні вимоги	10
Категорії електроприймачів і забезпечення надійності електропостачання	11
Рівні та регулювання напруги, компенсація реактивної потужності	13
ГЛАВА 1.3 Вибір провідників за нагрівом, економічною густиною струму та за умовами корони	13
Сфера застосування	13
Вибір перерізів провідників за нагрівом	14
Допустимі тривалі струми для проводів, шнурів і кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією	16
Допустимі тривалі струми для кабелів з паперовою просоченою ізоляцією	22
Допустимі тривалі струми для неізольованих проводів і шин	31
Вибір перерізу провідників за економічною густиною струму	36
Перевірка провідників за умовами корони і радіоперешкод	39
ГЛАВА 1.4 Вибір електричних апаратів і провідників за умовами короткого замикання	39
Сфера застосування	39
Загальні вимоги	39
Визначення струмів короткого замикання для вибору апаратів і провідників	42
Вибір провідників та ізоляторів, перевірка несучих конструкцій за умовами динамічної дії струмів короткого замикання	42
Вибір провідників за умовами нагріву при короткому замиканні	43
Вибір апаратів за комутаційною здатністю	44
ГЛАВА 1.5 Облік електроенергії	44
Сфера застосування, визначення	44
Загальні вимоги	45
Пункти встановлення засобів обліку електроенергії	45
Вимоги до розрахункових лічильників	48
Облік із застосуванням вимірювальних трансформаторів	48
Установлення лічильників і електропроводка до них	50
Технічний облік	51
ГЛАВА 1.6 Вимірювання електричних величин	53
Сфера застосування	53
Загальні вимоги	53
Вимірювання струму	54
Вимірювання напруги	54
Контроль ізоляції	55
Вимірювання потужності	55
Вимірювання частоти	56
Вимірювання при синхронізації	56
Реєстрація електричних величин у аварійних режимах	57
ГЛАВА 1.7 Заземлення і захисні заходи електробезпеки	61
Сфера застосування	61
Терміни та визначення понять	61
Загальні вимоги	70

Заходи захисту із застосуванням систем БННН, ЗННН і ФННН	73
Заходи захисту від прямого дотику	75
Заходи захисту в разі непрямого дотику	76
Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю	83
Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ в електричних мережах з ізольованою нейтраллю	84
Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричних мережах з ізольованою, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю	85
Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю	88
Заземлювальні пристрої в місцевостях з великим питомим опором землі	91
Заземлювачі	92
Заземлювальні провідники	94
Головна заземлювальна шина (ГЗШ)	95
Захисні провідники (РЕ-провідники)	96
РЕБ?-провідники	101
Провідники системи зрівнювання потенціалів	102
З'єднання і приєднання захисних провідників	102
Переносні електроприймачі	104
Пересувні електроустановки	105
ГЛАВА 1.8 Норми приймально-здавальних випробувань	108
Загальні положення	108
Синхронні генератори і компенсатори	110
Машини постійного струму	117
Електродвигуни змінного струму	119
Силові трансформатори, автотрансформатори, масляні реактори і заземлювальні реактори дугогасні (дугогасні котушки)	121
Вимірювальні трансформатори	124
Масляні вимикачі	127
Повітряні вимикачі	129
Вимикачі навантаження	132
Роз'єднувачі, віддільники і короткозамикачі	133
Комплектні розподільні пристрої внутрішніх і зовнішніх установок (КРП і КРПЗ)	134
Комплектні екрановані струмопроводи з повітряним охолодженням і шинопроводи	136
Збірні та з'єднувальні шини	137
Сухі струмообмежувальні реактори	138
Статичні перетворювачі для промислових цілей	138
Паперово-масляні конденсатори	140
Вентильні розрядники	142
Трубчасті розрядники	144
Запобіжники напругою вище 1 кВ	144
Вводи та прохідні ізолятори	144
фарфорові підвісні та опорні ізолятори	147
Трансформаторне масло	148
Електричні апарати, вторинні кола і електропроводки напругою до 1 кВ	149
Акумуляторні батареї	152
Заземлювальні пристрої	153

Силові кабельні лінії.....	153
Повітряні лінії електропередачі напругою вище 1 кВ.....	155
ГЛАВА 1.9 Зовнішня ізоляція електроустановок.....	157
Сфера застосування. Визначення.....	157
Загальні положення.....	157
Ізоляція ПЛ.....	158
Зовнішня ізоляція електроустановок і відкритих розподільних установок.....	160
Вибір ізоляції за розрядними характеристиками.....	161
Визначення ступеня забрудненості атмосфери.....	161
Коефіцієнти ефективності ізоляторів та ізоляційних конструкцій (скляних, фарфорових).....	168
РОЗДІЛ 2. ПЕРЕДАВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	172
ГЛАВА 2.1 Електропроводки.....	172
Сфера застосування, визначення.....	172
Загальні вимоги.....	174
Вибір виду електропроводки, вибір проводів і кабелів і способу їх прокладання.....	177
Відкриті електропроводки усередині приміщень.....	182
Приховані електропроводки усередині приміщень.....	184
Електропроводки в горючих приміщеннях.....	184
Зовнішні електропроводки.....	185
ГЛАВА 2.2 Струмопроводи напругою до 35 кВ.....	187
Сфера застосування, визначення.....	187
Загальні вимоги.....	187
Струмопроводи напругою до 1 кВ.....	189
Струмопроводи напругою вище 1 кВ.....	190
Гнучкі струмопроводи напругою вище 1 кВ.....	192
ГЛАВА 2.3 Кабельні лінії напругою до 330 кВ.....	194
Сфера застосування.....	194
Терміни та визначення понять.....	194
Загальні вимоги.....	198
Вибір способів прокладання кабельних ліній.....	200
Вибір кабелів та їх конструкції.....	202
З'єднання та окінцевання кабелів.....	206
Прокладання кабельних ліній у ґрунті.....	207
Прокладання кабельних ліній у кабельних блоках, системах кабельних трубопроводів і залізобетонних лотках.....	214
Прокладання кабельних ліній у кабельних спорудах.....	216
Прокладання кабельних ліній у виробничих приміщеннях.....	220
Прокладання кабельних ліній під водою.....	221
Прокладання кабельних ліній по спеціальних спорудах.....	222
Особливості застосування для кабельних ліній кабелів з ізоляцією зі зшитого поліетилену.....	223
Заземлення.....	233
Вимоги до будівельної частини кабельних споруд.....	235
Система підживлення масла для кабельних маслонаповнених ліній.....	240
<i>Додаток А</i> Розрахунок механічних зусиль у кабелях під час їх прокладання та від дії короткого замикання.....	241
<i>Додаток Б</i> Розрахунок питомого індуктивного опору струмопровідного	

екрана одножильних кабелів.....	243
ГЛАВА 2.4 Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ.....	250
Сфера застосування. Визначення.....	250
Загальні вимоги.....	251
Кліматичні умови.....	251
Проводи. Лінійна арматура.....	251
Розташування проводів на опорах.....	255
Ізоляція.....	256
Заземлення. Захист від перенапруг.....	256
Опори.....	258
Габарити, перетини і зближення.....	259
Перетини, зближення, сумісне підвішування ліній до 1 кВ з лініями зв'язку (ЛЗ), лініями радіотрансляційних мереж (ЛРМ), кабельного телебачення (КТ).....	262
Перетини і зближення ПЛІ (ПЛ) з інженерними спорудами.....	267
ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кВ до 750 кВ.....	269
Сфера застосування. Визначення.....	269
Загальні вимоги.....	272
Вимоги до механічної міцності повітряних ліній.....	275
Кліматичні умови.....	277
Ожеледні навантаження.....	278
Вітрові навантаження.....	281
Температурні кліматичні впливи.....	289
Навантаження від ваги конструкцій і ґрунтів.....	291
Монтажні навантаження.....	292
Навантаження, створені натягом проводів і тросів.....	292
Інші впливи.....	294
Розрахункові режими та сіюлучення навантажень повітряних ліній.....	295
Проводи і грозозахисні троси.....	299
Розташування проводів і тросів та відстані між ними.....	306
Ізолятори і арматура.....	312
Захист ПЛ від перенапруг, заземлення.....	314
Опори і фундаменти.....	322
Розташування волоконно-оптичних ліній зв'язку на ПЛ.....	324
Проходження ПЛ по ненаселеній і важкодоступній місцевостях.....	326
Проходження ПЛ по території, зайнятій насадженнями.....	327
Проходження ПЛ по населеній місцевості.....	329
Перетин і зближення ПЛ між собою.....	332
Перетин і зближення ПЛ зі спорудами зв'язку, сигналізації та лініями радіотрансляційних мереж.....	336
Перетин і зближення ПЛ із залізницями.....	344
Перетин і зближення ПЛ з автомобільними дорогами.....	347
Перетин, зближення або паралельне проходження ПЛ із тролейбусними і трамвайними лініями.....	349
Перетин ПЛ з водними просторами.....	350
Проходження ПЛ по мостах.....	353
Проходження ПЛ по греблях і дамбах.....	354
Зближення ПЛ з вибухо- і пожежонебезпечними установками.....	355
Перетин і зближення ПЛ з надземними і наземними трубопроводами, спорудами для транспортування нафти і газу та канатними дорогами.....	355
Перетин і зближення ПЛ з підземними трубопроводами.....	358

Зближення ПЛ з аеродромами	359
<i>Додаток А</i> Методика перевірки кліматичних навантажень для ліній класів безвідмовності 3 КБ і 4 КБ	361
<i>Додаток Б</i> Методика визначення кліматичних навантажень для гірської місцевості.....	363
РОЗДІЛ 3. ЗАХИСТ І АВТОМАТИКА	366
ГЛАВА 3.1 Захист електричних мереж напругою до 1 кВ.....	366
Сфера застосування, визначення	366
Вимоги до апаратів захисту	366
Вибір захисту	367
Місця встановлення апаратів захисту	369
ГЛАВА 3.2 Релейний захист	370
Сфера застосування	370
Загальні вимоги.....	371
Захист турбогенераторів, що працюють безпосередньо на збірні шини генераторної напруги	380
Захист трансформаторів (автотрансформаторів) з обмоткою вищої напруги 3 кВ і вище і шунтувальних реакторів 500 кВ	384
Захист блоків генератор-трансформатор	390
Захист повітряних і кабельних ліній у мережах напругою 3-10 кВ з ізолюваною нейтраллю	397
Захист повітряних і кабельних ліній у мережах напругою 20 кВ і 35 кВ з ізолюваною нейтраллю	399
Захист повітряних ліній у мережах напругою 110-500 кВ з ефективно заземленою нейтраллю	401
Захист шин. Захист на обхідному, шиноз'єднувальному і секційному вимикачах	405
Захист синхронних компенсаторів.....	408
ГЛАВА 3.3 Автоматика і телемеханіка.....	409
Сфера застосування. Загальні вимоги.....	409
Автоматичне повторне вмикання (АПВ).....	410
Автоматичне вмикання резервного живлення і устаткування (АВР)	417
Вмикання генераторів	420
Автоматичне регулювання збудження, напруги і реактивної потужності	421
Автоматичне регулювання частоти і активної потужності (АРЧП).....	423
Автоматичне запобігання порушенням стійкості	425
Автоматичне припинення асинхронного режиму.....	426
Автоматичне обмеження зниження частоти	426
Автоматичне обмеження підвищення частоти.....	428
Автоматичне обмеження зниження напруги.....	428
Автоматичне обмеження підвищення напруги	429
Автоматичне запобігання перевантаженню устаткування.....	429
Телемеханіка.....	429
ГЛАВА 3.4 Вторинні кола	433
РОЗДІЛ 4. РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ І ПІДСТАНЦІЇ	441
ГЛАВА 4.1 Розподільчі установки напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму	443

Сфера застосування	443
Терміни та визначення понять	443
Загальні вимоги	444
Встановлення приладів і апаратів	444
Шини, проводи, кабелі	445
Конструкції розподільчих установок	446
Встановлення розподільчих установок у електроприміщеннях	446
Встановлення розподільчих установок у приміщеннях, доступних некваліфікованому персоналу	447
Встановлення розподільчих установок просто неба	448
ГЛАВА 4.2 Розподільчі установки і підстанції напругою понад 1,0 кВ	449
Сфера застосування	449
Терміни та визначення понять	449
Загальні вимоги	451
Відкриті розподільчі установки	459
Закриті розподільчі установки в підстанції	472
Установлення силових трансформаторів і реакторів	482
Розподільчі установки і підстанції у виробничих приміщеннях	488
Щоглові трансформаторні підстанції і секціонуючі пункти	490
Захист від грозових перенапруг	491
Захист від внутрішніх перенапруг	506
Захист від дії електричного поля	507
Схеми електричні розподільчих установок і підстанцій	508
Установки стисненого повітря	518
Захист електричних машин, що обертаються, від блискавичних перенапружень	520
Оливне господарство	524
<i>Додаток А</i> Групи електричних підстанцій відповідно до протипожежних заходів	526
<i>Додаток Б</i> Захисні відстані від вентильних розрядників до електроустаткування напругою від 35 кВ до 750 кВ	527

ГЛАВА 4.3 Перетворювальні підстанції та установки	531
Сфера застосування, визначення	531
Загальні вимоги	531
Захист перетворювальних агрегатів	532
Розміщення устаткування, захисні заходи	534
Охолодження перетворювачів	537
Опалювання, вентиляція і водопостачання	538
Будівельна частина	538
ГЛАВА 4.4 Акумуляторні установки	539
Сфера застосування	539
Електрична частина	539
Будівельна частина	541
Санітарно-технічна частина	543
РОЗДІЛ 5. ЕЛЕКТРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ	545
ГЛАВА 5.1 Електромашинні приміщення	545
Сфера застосування, визначення	545
Загальні вимоги	546
Розміщення і встановлення електроустаткування	546
Мастило підшипників електричних машин	549
Вентиляція і опалювання	550
Будівельна частина	550
ГЛАВА 5.2 Генератори та синхронні компенсатори	551
Сфера застосування	551
Загальні вимоги	552
Охолодження і мастило	553
Системи збудження	557
Розміщення та встановлення генераторів і синхронних компенсаторів	559
ГЛАВА 5.3 Електродвигуни та їх комутаційні апарати	560
Сфера застосування	560
Загальні вимоги	561
Вибір електродвигунів	561
Установка електродвигунів	563
Комутаційні апарати	563
Захист асинхронних і синхронних електродвигунів напругою понад 1 кВ	566
Захист електродвигунів напругою до 1 кВ (асинхронних, синхронних і постійного струму)	570
ГЛАВА 5.6 Конденсаторні установки	572
Сфера застосування, визначення	572
Схема електричних з'єднань, вибір устаткування	573
Захист	574
Електричні вимірювання	575
Установки конденсаторів	575
РОЗДІЛ 6. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ	577
ГЛАВА 6.1 Загальна частина	579
Сфера застосування. Визначення	579

Загальні вимоги.....	580
Аварійне освітлення	582
Виконання та захист освітлювальних мереж	583
Захисні заходи безпеки	584
ГЛАВА 6.2 Внутрішнє освітлення.....	586
Загальні вимоги.....	586
Живильна освітлювальна мережа	587
Групова мережа	587
ГЛАВА 6.3 Зовнішнє освітлення	588
Джерела світла, установлення освітлювальних приладів і опор	588
Живлення установок зовнішнього освітлення	590
Виконання та захист мереж зовнішнього освітлення	591
ГЛАВА 6.4 Світлова реклама, знаки та ілюмінація	593
ГЛАВА 6.5 Керування освітленням.....	595
Загальні вимоги.....	595
Керування внутрішнім освітленням.	596
Керування зовнішнім освітленням	597
ГЛАВА 6.6 Освітлювальні прилади та електроустановлювальне обладнання	598
Освітлювальні прилади	598
Електроустановлювальне обладнання	601
РОЗДІЛ 7. ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	602
ГЛАВА 7.5 Електротермічні установки	602
Сфера застосування	602
Загальні вимоги.....	603
Установки дугових печей прямої, непрямої та комбінованої дії (руднотермічні та феросплавні).....	620
Установки індукційні та діелектричного нагріву	621
Установлення електropечей (електротермічних пристроїв) опору прямої та непрямої дії.....	623
Електронно-променеві установки	624
ГЛАВА 7.7 Торфові електроустановки	625
Сфера застосування. Визначення	625
Електропостачання.....	625
Захист	625
Підстанції.....	626
Повітряні лінії електропередачі	626
Кабельні лінії	627
Електродвигуни, комутаційні апарати.....	628
Заземлення	629
Приймання електроустановок в експлуатацію.....	629
..... ПРАВИЛА БУДОВИ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК. ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ УСТАНОВОК.....	631
1. Загальні положення.....	631
1.1. Галузь застосування	631
1.2. Скорочення, терміни, визначення	631
1.3. Нормативні посилання	632
2. Електроустановки житлових, громадських, адміністративних	

та побутових будинків	634
2.1. Галузь застосування	634
2.2. Терміни та визначення	635
2.3. Електропостачання	636
2.4. Ввідні пристрої, розподільні щити, групові щитки	637
2.5. Електропроводки та кабельні лінії	638
2.6. Внутрішнє електрообладнання	641
2.7. Прилади обліку електроенергії	643
2.8. Захисні заходи безпеки	644
3. Електроустановки фізкультурно-оздоровчих, спортивних, культурно-видовищних будинків і споруд, закладів дозвілля та культових	646
3.1. Галузь застосування	646
3.2. Терміни та визначення	647
3.3. Електропостачання	647
3.4. Електричне освітлення	650
3.5. Силове електрообладнання	651
3.6. Електропроводки	653
3.7. Заземлення і захисні заходи безпеки	653
4. Електроустановки у вибухонебезпечних зонах	654
4.1. Галузь застосування	654
4.2. Терміни та визначення	654
4.3. Класифікація вибухонебезпечних сумішей	658
4.4. Класифікація і маркування вибухозахщеного електрообладнання	659
4.5. Класифікація вибухонебезпечних зон	661
4.6. Вибір електрообладнання	666
Загальні вимоги	666
Електричні машини	670
Електричні апарати й прилади	671
Електричні вантажопідіймальні машини	672
Електричні світильники	672
4.7. Розподільні пристрої (РП), трансформаторні (ТП) і перетворювальні підстанції (ПП)	673
4.8. Електропроводки, кабельні лінії	676
Вибір кабелів і проводів	676
Прокладання проводів і кабелів	677
4.9. Струмопроводи і повітряні лінії електропередачі	683
4.10. Електричні засоби захисту	684
4.11. Захист заходи безпеки та захист від небезпечного іскріння	685
5. Електроустановки у пожежонебезпечних зонах	687
5.1. Галузь застосування	687
5.2. Терміни та визначення	688
5.3. Класифікація пожежонебезпечних зон	688
5.4. Загальні вимоги	689
5.5. Електричні машини	689
5.6. Електричні апарати і прилади	690
5.7. Електричні вантажопідіймальні машини	692
5.8. Розподільні пристрої, трансформаторні і перетворювальні підстанції	692
5.9. Електричне освітлення	693
5.10. Електропроводки, струмопроводи, повітряні та кабельні лінії	693
6. Електроустановки вантажопідіймальних машин (кранів)	695
6.1. Галузь застосування	695
6.2. Терміни та визначення	696

6.3. Загальні вимоги	696
6.4. Електрообладнання, електропостачання кранів напругою до 1000 В.....	697
6.5. Прилади та пристрої безпеки.....	700
6.6. Електропроводки	700
6.7. Електричне освітлення	701
6.8. Органи керування	702
6.9. Захисні заходи безпеки	702
6.10. Електрообладнання, електропостачання кранів напругою вище 1000 В.....	703
7. Електроустановки діфтів.....	705
7.1. Галузь застосування	705
7.2. Терміни та визначення	705
7.3. Загальні вимоги.....	705
7.4. Електропроводки	706
7.5. Електрообладнання машинного приміщення.....	708
7.6. Електричні засоби захисту.....	708
7.7. Електричне освітлення	709
7.8. Захисні заходи безпеки.....	709
7.9. Установки з безконтактною апаратурою керування.....	710
8. Електрозварювальні установки	711
8.1. Галузь застосування	711
8.2. Терміни та визначення	711
8.3. Загальні вимоги.....	712
8.4. Вимоги до приміщень для зварювальних установок та організації робочих місць.....	714
9. Установки електричного кабельного обігрівання.....	714
9.1. Галузь застосування	714
9.2. Терміни та визначення	715
9.3. Загальні вимоги.....	715
9.4. Вибір та прокладання електронагрівальних елементів	716
9.5. Захисні заходи безпеки	717

Додаток 1 Класифікація зон з електробезпеки у приміщеннях саун

3

..... електронагрівальним и приладами	719
--	-----

Додаток 2 Класифікація зон з електробезпеки у приміщеннях ванн та душа..... 721

¹ Глави 5.4 і 5.5 скасовано.

4) у разі прокладання підземного кабелю (кабельної вставки) у сталевих трубах або покриття його швелером, кутником або в разі прокладання його в поліетиленовій трубі, закритій з обох боків від попадання ґрунту, на довжині, яка дорівнює відстані між проводами ПЛ плюс 10 м з кожного боку від крайніх проводів для ПЛ до 500 кВ і 15 м для ПЛ 750 кВ, допускається зменшувати зазначені в табл. 2.5.37 відстані до 5 м для ПЛ до 500 кВ і до 10 м - для ПЛ 750 кВ.

Металеve покриття кабелю в цьому випадку необхідно з'єднувати з трубою або іншими металевими захисними елементами. Ця вимога не стосується оптичних кабелів і кабелів із зовнішнім ізолювальним шлангом, у тому числі з металевою оболонкою. Металеve покриття кабельної вставки слід заземлювати на кінцях. У разі зменшення відстаней, зазначених у табл. 2.5.37, між кабелем і опорами ПЛ, крім наведених засобів захисту, необхідно застосовувати пристрій додаткового захисту від ударів блискавки шляхом ооконтурювання опор тросами відповідно до вимог нормативної документації із

захисту кабелів від ударів блискавки;

1 До особливо інтенсивного руху потягів відноситься такий рух, за якого кількість пасажирських і вантажних потягів у сумі за графіком на двоколіїних ділянках становить понад 100 пар на добу і на одноколіїних - 48 пар на добу.

3 До залізниць, що підлягають електрифікації, відносяться залізниці, що будуть електрифіковані протягом 10 років, рахуючи від року будівництва ПЛ, наміченого проектом.

4 Габаритом наближення будівель називається призначений для пропуску рухомого складу граничний поперечний, перпендикулярний до колії окреслений контур, усередину якого, крім рухомого складу, не можуть заходити жодні частини будівель, споруд і пристроїв.

1 Взаємне розташування трубопроводів, їхніх будівель, споруд, зовнішніх установок і ПЛ,

Примітки:

2. Відстань від струмовідних частин до елементів ізоляції (з боку струмовідних частин), що перебувають під напругою, до габаритів трансформаторів, що транспортують залізничними коліями, дозволено приймати менше від розміру B^1 , але не менше від розміру A^1 в д.

3. Відстані $A_{ф-з}$, $A^{1^{\wedge}}$ й $A_{ф-ф}$ для ВРУ напругою 220 кВ і вище, розташованих на висоті понад 1000 м над рівнем моря, потрібно збільшувати відповідно до вимог державних стандартів, а відстані $A_{ф-ф}$, B і D^1 повинні бути перевірені за умовами обмеження корони.

4. Для напруги 750 кВ у таблиці дані відстані $A_{ф-ф}$ між паралельними проводами довжиною понад 20 м; відстані $A_{ф-ф}$ між екранами, схрещеними проводами, паралельними проводами довжиною до 20 м для ВРУ напругою 750 кВ із розрядниками або із ОПН потрібно зменшувати на 1000 мм.

** Для апаратів ОПН відстань дозволено скорочувати за висотою апарата до 105 мм напруги 10 кВ.*