

МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ

**ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

**РОЗДІЛ 2
ПЕРЕДАВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

Глава 2.3 Кабельні лінії напругою до 330 кВ

Видання офіційне

Київ 2014

ПЕРЕДМОВА

- 1 ЗАМОВЛЕНО:** Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
- 2 РОЗРОБЛЕНО:** Відокремлений підрозділ «Науково-технічний центр електроенергетики» державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго» за участі ДонНАБА та ДП НТУКЦ «АсЕлЕнерго»
- 3 РОЗРОБНИКИ:** А. Квицинський (керівник розробки), М. Керніцький, В. Лях, І. Майстренко, В. Молчанов (відповідальний виконавець), І. Петренко, В. Сантоцький, В. Стафійчук
- 4 ВНЕСЕНО:** Відділ нормативно-технологічного забезпечення роботи електричних мереж та станцій Департаменту з питань функціонування та реформування електроенергетичного сектора Міненерговугілля України, Л. Власенко
- 5 УЗГОДЖЕНО:** Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України

**6 ЗАТВЕРДЖЕНО
ТА НАДАНО
ЧИННОСТІ:**

Наказ Міненерговугілля України
від 22 серпня 2014 р. № 596

7 НА ЗАМІНУ:

Глави 2.3, затвердженої наказом
Мінпаливенерго України
від 13.03.2009 № 144 «Про затверд-
ження та надання чинності нової
редакції глави 2.3 «Кабельні лінії
напругою до 330 кВ» Правил
улаштування електроустановок

**8 ТЕРМІН
ПЕРЕВІРКИ:**

2019 рік

Право власності на цей документ належить Міненерговугілля України.

Відтворювати, **тиражувати** і розповсюджувати його повністю чи частково на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу Міненерговугілля України заборонено.

© Міненерговугілля України, 2014



МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

НАКАЗ

« 22 » серпня 2014

м. Київ

№ 596

Про внесення змін та доповнень
до розділу 2 Правил улаштування
електроустановок (глави 2.3 - 2.5)

Відповідно до Закону України «Про електроенергетику» та Положення про Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, затвердженого Указом Президента України від 06.04.2011 № 382, враховуючи розвиток науково-технічного прогресу щодо улаштування електроустановок

НАКАЗУЮ:

1. Внести зміни та доповнення до розділу 2. Передавання електроенергії Правил улаштування електроустановок, шляхом викладення у новій редакції глав 2.3, 2.4 та 2.5 (далі – розділ 2 ПУЕ), що додаються.

2. Розділ 2 ПУЕ набуває чинності через 90 днів з дня підписання цього наказу.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галуzeвий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Котельніков О.О.) у встановленому порядку внести розділ 2 ПУЕ до реєстру бази даних чинних нормативних документів Міненерговугілля України.

4. Державному підприємству «Національна енергетична компанія «Укренерго» (Ушаповський К.В.) забезпечити:

видання необхідної кількості примірників розділу 2 ПУЕ, відповідно до замовлень;

подальший науково-технічний супровід впровадження розділу 2 ПУЕ.

5. З дня набрання чинності розділом 2 ПУЕ визнати такими, що втратили чинність, накази Мінпаливенерго України:

від 05.01.2006 № 3 «Про затвердження та введення в дію нової редакції глав 2.4, 2.5 Правил улаштування електроустановок»;

від 29.12.2006 № 541 «Про затвердження та введення в дію «Зміни № 1 до глав 2.4 та 2.5 ПУЕ:2006»;

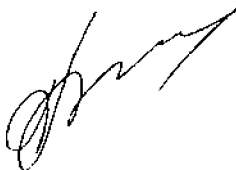
від 10.10.2008 № 500 «Про затвердження та введення в дію «Зміни № 2 до глав 2.4 і 2.5 ПУЕ:2006»;

від 13.03.2009 № 144 «Про затвердження та надання чинності новій редакції глави 2.3 «Кабельні лінії напругою до 330 кВ» Правил улаштування електроустановок»;

від 06.05.2009 № 231 «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».

6. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Улиду В.Ю.

Міністр



Ю. Продан

ЗМІСТ

	С.
2.3.1 Сфера застосування	1
2.3.2 – 2.3.14 Терміни та визначення понять	2
2.3.15 – 2.3.24 Загальні вимоги	8
2.3.25 – 2.3.33 Вибір способів прокладання кабельних ліній	11
2.3.34 – 2.3.51 Вибір кабелів та їх конструкції	14
2.3.52 – 2.3.57 З'єднання та окінцювання кабелів	20
2.3.58 – 2.3.76 Прокладання кабельних ліній у ґрунті	21
2.3.77 – 2.3.85 Прокладання кабельних ліній у кабельних блоках, системах кабельних трубопроводів і залізобетонних лотках	31
2.3.86 – 2.3.96 Прокладання кабельних ліній у кабельних спорудах	35
2.3.97 – 2.3.99 Прокладання кабельних ліній у виробничих приміщеннях	40
2.3.100 – 2.3.109 Прокладання кабельних ліній під водою	41
2.3.110 – 2.3.114 Прокладання кабельних ліній по спеціальних спорудах	43
2.3.115 – 2.3.138 Особливості застосування для кабельних ліній кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену	45
2.3.139 – 2.3.143 Заземлення	59
2.3.144 – 2.3.160 Вимоги до будівельної частини кабельних споруд	61

2.3.161 – 2.3.171	Система підживлення масла для кабельних маслонаповнених ліній.....	69
Додаток А	Розрахунок механічних зусиль у кабелях під час їх прокладання та від дії короткого замикання	71
Додаток Б	Розрахунок питомого індуктивного опору струмопровідного екрана одножильних кабелів	74

ВСТУП

Правила улаштування електроустановок (далі – Правила) визначають будову, принципи улаштування, особливі вимоги до окремих систем, їх елементів, вузлів і комунікацій електроустановок. Правила встановлюють вимоги до електроустановок загального призначення змінного струму напругою до 750 кВ та постійного струму напругою до 1,5 кВ.

Нова редакція Правил забезпечує врахування змін законодавства, національних стандартів, будівельних норм і правил, галузевих нормативів та інших документів, які належать до предмету регулювання Правил.

Положення Правил застосовують під час проектування нового будівництва, реконструкції, технічного переоснащення або капітального ремонту електроустановок.

Правила складаються з окремих розділів, які підрозділяються на глави, що унормовують конкретні питання улаштування електроустановок.

Зокрема, у новій редакції викладено главу 2.3. Кабельні лінії напругою до 330 кВ розділу 2. Передавання електроенергії.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 596

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

РОЗДІЛ 2 ПЕРЕДАВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Глава 2.3 Кабельні лінії напругою до 330 кВ

Чинний від 2014-11-19

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 у частинах, що стосуються способів прокладання кабелів, поширюються також на силові кабельні лінії (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, на КЛ спеціальних електроустановок та на кабельні електропроводки напругою до 1 кВ з фазним перерізом жил кабелю до 16 мм² кожна.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, які вжито в цій главі, та визначення позначених ними 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, пристроїв кріплення і підтримування кабелів та арматури.

До систем, які підтримують кабелі та їх арматуру, належать системи кабельних трубопроводів, системи кабельних коробів, системи кабельних лотків і системи кабельних драбин.

До пристроїв кріплення, які підтримують елементи КЛ, належать троси, кронштейни, консолі, підвіси, скоби, затискачі, хомути, ролики, ізолятори тощо

кабельна вставка кінцева

КЛ, приєднана з одного кінця до повітряної лінії електропередавання, а з іншого – до розподільчої установки підстанції

кабельна вставка проміжна

КЛ, приєднана з обох кінців до повітряної лінії електропередавання

повітряно-кабельне з'єднання

З'єднання повітряної і кабельної ліній електропередавання (ПКЗ), виконане на конструкціях опори повітряної лінії з установкою кабельних муфт.

ПКЗ, виконане в конструкціях наземної розподільчої установки, називають «перехідний пункт»

2.3.3 кабельна лінія маслонаповнена

Кабельна лінія маслонаповнена (КЛМ) – це КЛ, складена з маслонаповнених кабелів, їх арматури, апаратів підживлення, системи сигналізації тиску масла та іншого обладнання, призначеного для нормального функціонування лінії

кабельна лінія маслонаповнена низького тиску

КЛМ з маслонаповненими кабелями, в 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

кабельна лінія маслonaповнена високого тиску

КЛМ з маслonaповненими кабелями, в яких тривалий допустимий надлишковий тиск масла становить 1,08 – 1,57 МПа

агрегат підживлення

Автоматично діюча установка, яка складається з баків, pomp, труб, перепускних клапанів, вентилів, щита автоматики та іншого обладнання, призначеного для забезпечення підживлення ізоляційним маслом КЛМ високого тиску

пункт підживлення

Надземна, наземна або підземна споруда з апаратами та обладнанням підживлення ізоляційним маслом (баки підживлення, баки тиску, агрегати підживлення тощо)

розгалужувальний пристрій

Частина КЛМ високого тиску між кінцем сталюого трубопроводу і кінцевими однофазними муфтами

2.3.4 кабель з ізоляцією із зшитого поліетилену

Кабель, ізоляцію якого виконано з екструдованого, пероксидно зшитого поліетилену в середовищі газу за спеціальною технологією

кабель з ізоляцією пластмасового типу

Кабель, ізоляцію якого виконано з пластичних матеріалів (полівінілхлорид, поліетилен тощо)

кабель з гумовою ізоляцією

Кабель, ізоляцію якого виконано з гуми

кабель з паперовою просоченою (імпрегнованою) ізоляцією

Кабель, ізоляцію якого виконано обмотуванням жил паперовими стрічками і насичено ізоляційним матеріалом

універсальний самоутримний кабель (напругою від 6 кВ до 35 кВ)

Кабель, три фазні жили якого в ізоляції із зшитого поліетилену скручено в джгут. Механічне навантаження сприймається ізолюваним несучим тросом, розміщеним всередині джгута, або спеціальним підсиленням багатодротовим екраном, накладеним поверх скручених жил. Оболонка кабелю, яку виготовлено з матеріалу, стійкого до впливу зовнішнього середовища і яка відповідає вимогам до непоширення горіння

2.3.5 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

з'єднувальна коробка

Коробка, в якій з'єднувальні та (або) заземлювальні елементи виготовлено у вигляді рухомих з'єднань і яка може мати обмежувачі напруги на кабельному екрані

з'єднувальна муфта

Пристрій, який забезпечує з'єднання двох кабелів для утворення безперервного кола струму

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

з'єднувальна транспозиційна та екранороздільна муфта

Пристрій, призначений для з'єднання окремих відрізків кабелю одного типу з розділенням екранів у муфті, екрани яких виводяться з муфти кабелями з однаковим перерізом жили та екрана, не меншим ніж переріз екрана кабельної лінії, у транспозиційні бокси для необхідної комутації або електричного розділення екранів і захисту захисних оболонок кабельної лінії

ящик транспозиції

Окрема металева конструкція для з'єднання та заземлення екранів транспозиційних муфт

2.3.6 кабельна споруда

Споруда, спеціально призначена для розміщення елементів КЛ та обладнання, які забезпечують її функціонування

кабельний блок

Кабельна споруда для прокладання в ній кабельних каналів або системи кабельних трубопроводів, з колодязями для доступу до труб (каналів)

кабельний канал

Протяжна непрохідна кабельна споруда закритого типу, заглиблена (частково або повністю) в ґрунт, підлогу, перекриття тощо, яка дає змогу прокладати КЛ, виконувати їх ремонти та огляди після відкриття перекривання

кабельна галерея

Надземна або наземна горизонтальна або нахилена протяжна прохідна кабельна споруда закритого або частково закритого типу

кабельна естакада

Надземна або наземна горизонтальна або нахилена протяжна кабельна споруда відкритого типу. Кабельна естакада може бути прохідною або непрохідною

кабельна камера

Підземна або частково заглиблена непрохідна кабельна споруда закритого типу, призначена для розміщення кабельних муфт або для протягування кабелів у кабельні блоки, використовувати яку можна лише за повністю знятого перекриття. Камера, яка має габарит між підлогою і перекриттям, не менший ніж 1,8 м, а також люк для входу до камери, називається «кабельний колодязь»

кабельний поверх

Кабельна споруда у вигляді частини будівлі, обмеженої підлогою та перекриттям над підлогою, з вертикальною відстанню між підлогою та виступаючими частинами перекриття, не меншою ніж 1,8 м. Кабельний поверх, підлогу якого розташовано нижче рівня планування території будівлі і який є частиною фундаменту будівлі, називається «кабельний підвал»

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 дає змогу прокладати КЛ, виконувати їх ремонти та огляди. Кабельний тунель, призначений для розміщення крім КЛ інших інженерних комунікацій, який дає змогу прокладати комунікації, виконувати їх ремонти та огляди, називається «комунікаційний колектор»

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 одну стіну її можна знімати повністю або частково, така шахта називається непрохідною

подвійна підлога

Кабельна споруда у вигляді частини будівлі, обмеженої міжповерховим перекриттям і підлогою приміщення над ним, зі з'ємними плитами підлоги (на всій або частині поверхні)

2.3.7 система кабельних лотків або кабельних драбин

Конструкція для підтримання кабелів, яку монтують із кабельних лотків або кабельних драбин та інших складових частин системи

кабельна драбина

Складова частина системи, яку використовують для підтримання кабелів і яку складено з опорних бокових частин, скріплених між собою щаблями

кабельний лоток

Складова частина системи, яку використовують для підтримання кабелів і яку складено з основи з боковими частинами або основи, на якій закріплюють бокові частини. 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

2.3.8 система кабельних коробів

Закрита конструкція електропроводки, яка складається з кабельних коробів та інших складових частин системи, призначена для прокладання, розміщування та захисту ізольованих проводів і кабелів, яка забезпечує їх заміну та (або) закріплення на ній іншого електрообладнання

кабельний короб із знімною кришкою

Прямолінійний елемент системи некруглого поперечного перерізу, який складається з основи та **знімної кришки**

кабельний короб глухий

Прямолінійний елемент системи некруглого поперечного перерізу, який має суцільні стіни та не має **знімної кришки**

2.3.9 система кабельних трубопроводів

Закрита конструкція кабельної електропроводки, яку монтують з кабельних трубопроводів і трубопровідної арматури та (або) кріпильних пристроїв, призначена для захисту та прокладання ізольованих проводів і (або) кабелів у електричних установках, через яку їх протягують

кабельний трубопровід

Складає частину закритої системи електропроводки з кільцевим поперечним перерізом, призначена для розміщування ізольованих проводів і (або) кабелів в електричних установках, через яку їх протягують

металевий кабельний трубопровід

Кабельний трубопровід, виготовлений лише з металевих матеріалів

неметалевий кабельний трубопровід

Кабельний трубопровід, виготовлений лише з неметалевих матеріалів, які не мають жодних металевих компонентів

2.3.10 номінальна напруга кабельної лінії

Лінійна напруга електричної мережі, в якій надійно працює впродовж терміну служби кабельна лінія з кабелем класом напруги відповідно до категорії мережі, з урахуванням режиму роботи нейтралі, комутаційних і аварійних перенапруг

номінальна напруга кабелю

Напруга, на яку розраховано, виготовлено кабель і яку зазначено в технічних даних заводу-виробника

номінальний струм кабелю

Струм кабелю, розрахований заводом-виробником для стандартних умов прокладання, для нормального режиму роботи кабельної лінії, за якого температура жили не перевищує тривало допустимої температури жили кабелю

2.3.11 тривало допустимий струм навантаження кабельної лінії

Струм кабелю визначеної марки, конструкції, перерізу жил та екрана, розрахований для нормального режиму роботи кабельної лінії, який вибрала та погодила з заводом-виробником проектна організація, з урахуванням дійсних умов прокладання, тривало допустимої температури жил, без урахування перевантажувальної здатності кабелю

2.3.12 струмопровідний (загальний) екран

Накладений на кабель заземлений металевий шар – суцільний або виконаний з металевих проводів, який обмежує електричне поле в межах кабелю та (або) захищає кабель від дії зовнішніх електричних полів

3.13 стійкість кабелю до поширювання полум'я

Здатність кабелів до поширювання полум'я за умов їх прокладання (поодинокі або у пучках), яку визначають за ДСТУ 4809:2007 «Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування»

2.3.14 територія стисненої забудови

Забудована територія з великою щільністю інженерних комунікацій і споруд.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

2.3.15 Уздовж КЛ, які прокладають за межами територій електроустановок і приміщень, потрібно встановлювати охоронні зони відповідно до Правил охорони електричних мереж, затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 04.03.97 № 209.

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 їх прокладено; у траншеях і на поверххах 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; одножилінні кабелі необхідно закріплювати по всій довжині немагнітними хомутами, які мають силу розриву, вищу від розрахованої сили між двома кабелями під час короткого замикання (додаток А, А.6);

- 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 оболонок кабелів, у тому числі від вібрації (на мостах, естакадах тощо); у місцях жорсткого кріплення оболонки цих кабелів треба захищати від механічних пошкоджень і корозії з використанням еластичних прокладок;

– металеві конструкції, які підтримують кабелі в разі їх розташування просто неба, треба оцинковувати;

– кабелі (у тому числі броньовані) в місцях, де можливі механічні пошкодження (рух автотранспорту, механізмів і вантажів, доступ для сторонніх осіб), потрібно захищати по висоті на 2 м для кабелів напругою до 10 кВ, 3 м – для кабелів напругою 35 кВ та 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, яка втратила в процесі експлуатації захисні властивості;

– кабелі потрібно прокладати на відстані від нагрітих поверхонь, щоб уникнути їх нагрівання до температури, більшої від допустимої, при цьому треба враховувати захист кабелів від заливання гарячими рідинами в місцях установаження засувки і фланцевих з'єднань на трубах з гарячими рідинами.

Під час прокладання КЛ треба уникати перетину їх між собою. За необхідності перетину КЛ, прокладених у ґрунті, треба керуватися вимогами **2.3.69**, а в інших випадках у місцях перетину треба використовувати багаторівневі лотки або розділяти КЛ перегородками, виконаними з негорючих матеріалів для запобігання пошкодженню електричною дугою кабелів різних КЛ у разі виникнення короткого замикання (КЗ) на одному з кабелів. Для КЛ, виконаних 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 треба обладнувати селективним захистом від однофазного замикання на землю (ОЗЗ), що діє на вимикання, крім випадків, пов'язаних з порушеннями важливих технологічних процесів.

В електричних мережах з номінальною напругою 6 кВ, 10 кВ, 15,75 кВ і 27 кВ у разі, якщо захист від ОЗЗ діє тільки на сигнал, а час перебування КЛ в режимі однофазного замикання на землю може становити понад 8 год (до усунення пошкодження), 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, на які укладають кабелі, треба виконувати з негорючих матеріалів відповідно до класифікації за ДСТУ Б В.2.7-19-95 (ГОСТ 30244-94) «Будівельні матеріали. Методи випробувань на горючість». У кабельних спорудах заборонено встановлювати будь-які тимчасові пристрої, а також зберігати в них матеріали та устаткування.

Тимчасові кабелі необхідно прокладати з дотриманням усіх вимог, які поширюються на кабельні прокладання з дозволу експлуатаційної організації.

2.3.19 Прокладати КЛ просто неба слід з урахуванням нагрівання кабелів безпосередньо від дії сонячного випромінювання і застосовувати кабелі з оболонкою, стійкою до ультрафіолетового випромінювання. Під час прокладання КЛ як просто неба, так і в приміщеннях треба враховувати тепловипромінювання від різних джерел тепла.

Кабелі на ділянках прокладання по конструкціях ПКЗ необхідно захищати від дії ультрафіолетового випромінювання, якщо оболонки струмопровідних екранів кабелю є нестійкими до такого випромінювання.

2.3.20 Під час прокладання кабелів, а також виконання кабельних окінцювань внутрішні радіуси кривих згинання кабелів (відносно 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 за механічними напруженнями, допустимими для жил і оболонок. Розрахунок зусиль натягу під час прокладання одножильних кабелів наведено в додатку А. Допустимі зусилля натягу багатожильних силових кабелів приймають відповідно до 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 той же самий номер з додаванням цифри через дріб (№ /1, № /2), а в разі застосування однофазних кабелів треба додатково виконувати також їх маркування по фазах літерами відповідно до вимог **1.1.30** глави 1.1 цих Правил. Кабелі, прокладені просто неба, і всі кабельні муфти мають бути промаркованими бирками з позначенням на них марки кабелю, його напруги та перерізу, номера або найменування КЛ; на бирках з'єднувальних муфт – номери муфти та 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, прокладеній в незабудованій місцевості, треба встановлювати розпізнавальні знаки, зокрема в місцях повороту траси, у місцях розташування з'єднувальних муфт, з обох боків перетину з дорогами і підземними спорудами, біля уводів у будівлі та через кожні 100 м на прямих ділянках траси. Трасу КЛ, прокладену через орні землі, треба позначати 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 наступним:

1. Під час прокладання КЛ у ґрунті дозволено в одній траншеї прокладати не більше шести кабелів без урахування резервних (як трижильних, так і одножильних). За більшої кількості кабелів їх треба прокладати 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, які живлять електроприймачі категорії I та особливої групи I 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 в тунелях, по естакадах та в галереях доцільно за кількості силових кабелів, які йдуть в одному напрямку, понад 20 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».

5. У разі неможливості прокладання кабелів у ґрунті на ділянках зі складними умовами (скеля, зсуви, болото тощо) дозволено застосовувати самоутримні (універсальні) кабелі та підвішувати їх на опорних конструкціях.

6. Допускається прокладання самоутримних кабелів по опорах ПЛІ напругою 0,4 кВ у разі їх сумісного підвішування з ізольованими проводами.

2.3.26 Прокладати КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ в одній траншеї дозволено в кількості, не більшій 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 будь-якої потужності 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 більшої ніж шість 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 в комбінованих спорудах (колекторах, технологічних естакадах тощо).

2.3.29 На територіях підстанцій (ПС) і розподільчих установок (РУ) ділянки з основними потоками 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 Усередині будівель КЛ можна прокладати безпосередньо по конструкціях будинків (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 КЛІМ 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 із зшитого поліетилену (ЗПЕ) напругою від 6 кВ до 330 кВ вибирають відповідно до **2.3.117 – 2.3.120**, а перерізи 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 цих Правил або за даними виробника кабельної продукції.

Перерізи та конструктивні параметри маслонаповнених кабелів приймають за даними виробника кабельної продукції.

2.3.35 Для КЛ, які прокладають по трасах з різними умовами навколишнього середовища, які проходять у різних ґрунтах, перерізи 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, яка 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, які прокладають по трасах з різними умовами охолодження, перерізи кабелів треба вибирати по ділянці траси зі складнішими умовами охолодження, якщо довжина такої ділянки КЛ становить понад 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, які 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 у всіх видах

грунтів, у разі протягування їх у блоках і трубах, а також 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 **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 (не більше однієї будівельної довжини).

2.3.39 У разі прокладання КЛ у кабельних спорудах, а також у виробничих приміщеннях треба застосовувати кабелі, стійкі до поширювання полум'я.

Допускається застосовувати контрольні кабелі, не стійкі до поширювання полум'я, у випадках, передбачених **2.3.93** цих Правил.

У кабельних спорудах (камерах, колодязях, блоках і трубопроводах), що є елементами лінії, кабелі якої прокладають в ґрунті, допускається застосовувати кабелі, не стійкі до поширювання полум'я.

Металеві оболонки кабелів і металеві поверхні, по яких прокладено кабелі, мають бути захищеними 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, які забезпечують життєдіяльність і технологічні потреби власне електростанцій,

РУ і ПС, потрібно застосовувати кабелі, броньовані сталевую стрічкою, стійкі до поширювання полум'я. На електростанціях і підстанціях застосовувати кабелі з горючою ізоляцією (за ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) ССБТ «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения») заборонено.

КЛ внутрішньої електричної мережі вітрових електростанцій виконують за вимогами до розподільної кабельної мережі.

2.3.41 Для КЛ, які 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, які прокладають у трубах, дозволено застосовувати кабелі в 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 посиленням захисним покриттям типів $B_{\text{Л}}$, $B_{2\text{Л}}$ або кабелі з алюмінієвою оболонкою та особливо посиленням захисним покриттям типів $B_{\text{В}}$, $B_{\text{П}}$ (у суцільному вологостійкому пластмасовому шлангу).

2.3.43 Для прокладання КЛ у ґрунтах, які піддаються зсуву, треба застосовувати кабелі з дротяною бронею або приймати заходи 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 КЛ, які проходять по залізничних мостах, а також по інших мостах з інтенсивним рухом транспорту, потрібно прокладати в системах кабельних коробів або трубопроводів з виконанням вимог **2.3.41** (див. також **2.3.110**).

2.3.46 Для КЛ пересувних механізмів треба застосовувати гнучкі кабелі з гумовою або іншою аналогічною ізоляцією, які витримують багаторазове згинання.

2.3.47 Для КЛ з багатожильними кабелями напругою до 35 кВ, які прокладають під водою, треба застосовувати кабелі з бронею з 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) треба застосовувати кабелі з подвійною металевою бронею 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 бронею.

Тип і конструкцію кабелів напругою від 110 кВ до 330 кВ для підводного прокладання визначають за 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, яка перевищує допустиму встановлену технічними умовами різницю для кабелів з паперовою нормально імпреговою ізоляцією, необхідно застосовувати кабелі з нестікаючою ізоляцією, імпреговою в масі, кабелі зі збіднено-імпреговою паперовою ізоляцією та кабелі з гумовою або полімерною 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 цих Правил, 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 з використанням їхньої оболонки як *PEN*-провідника, за винятком установок, у яких за нормальних умов експлуатації струм у *PEN*-провіднику становить понад 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.

Дозволено також виконувати чотири- і п'ятипровідну мережу змінного струму напругою до 1 кВ одножильними кабелями, прокладеними поряд один до одного в спільному лотку, коробі чи трубопроводі, якщо ці кабелі не мають броні або металевих екранів.

2.3.50 Тип і конструкцію кабелів напругою від 110 кВ до 330 кВ визначають за 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 (повітряний кабель) треба виконувати розрахунки напруженості електричного поля (ЕП) промислової частоти, яке створюється КЛ, керуючись СОУ-Н ЕЕ.20.179:2008 «Розрахунок електричного і магнітного полів лінії електропередавання. Методика». Напруженість ЕП на висоті 1,8 м від поверхні ґрунту або підлоги під 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 трасою проходження 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 і сільських населених пунктів у межах цих пунктів), а також території городів і садів	5
Територія перетину КЛ з автомобільними шляхами I – IV категорії	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 індукції магнітного поля над трасою проходження КЛ

Територія, на якій регламентують рівень МП промислової частоти	Індукція МП, мкТл
Усередині житлових приміщень	0,5
На віддалі 50 см від стін житлових приміщень і 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 і 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») 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 ОКІНЦЮВАННЯ КАБЕЛІВ

2.3.52 Під час з'єднання та окінцювання силових кабелів треба застосовувати конструкції муфт, які відповідають умовам їх роботи та навколишнього середовища. З'єднання та окінцювання на КЛ має бути виконано таким чином, щоб кабелі були захищеними від проникнення в них вологи та інших шкідливих речовин з навколишнього середовища і щоб з'єднання та окінцювання 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.

Довжину секцій і місця встановлення 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, які 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 імпреговою паперовою ізоляцією і кабелями з нестікаючою ізоляцією, імпреговою в масі, кабелі треба з'єднувати за допомогою стопорно-перехідних муфт, якщо рівень прокладання кабелів з імпреговою паперовою ізоляцією є вищим від рівня прокладання кабелів з нестікаючою ізоляцією, імпреговою в масі (див. також **2.3.48**).

2.3.55 На КЛ напругою понад 1 кВ із гнучкими кабелями з гумовою ізоляцією у 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.

В обмежених умовах, за великої насиченості комунікаціями, за відповідного технічного обґрунтування, кількість муфт може бути збільшено.

Для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ кількість з'єднувальних та екранороздільних муфт визначають за проектом із урахуванням, по можливості, максимальної будівельної довжини кабелю.

Кількість муфт для кабелів напругою до 1 кВ змінного струму та до 1,5 кВ постійного струму не нормують.

Використовувати маломірні відрізки кабелів для споруджування КЛ значної довжини (понад 1 км) заборонено.

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ У ГРУНТІ

2.3.58 Прокладати кабелі, незалежно від місця і способу прокладання, типу ізоляції і номінальної напруги, треба за температури зовнішнього середовища, вищої ніж 0°C .

За температури, нижчої ніж 0°C , дозволено прокладати кабелі з паперовою просоченою, пластмасовою і гумовою ізоляцією і оболонкою тільки після попереднього підігрівання кабелю перед прокладанням і здійснення прокладання в найкоротший термін, зазначений підприємством-виробником.

Кабелі з ізоляцією із зшитого поліетилену допускається прокладати без попереднього підігрівання за температури зовнішнього середовища, не нижчої ніж мінус 15 °С, для кабелів з оболонкою із полівінілхлоридного пластика і не нижчої ніж мінус 20 °С – для кабелів з оболонкою із поліетилену.

Прокладати кабелі за температури, нижчої ніж мінус 30 °С, не рекомендовано.

Прокладають кабелі безпосередньо в ґрунті в траншеях на відстані від стінок траншеї, не меншій ніж 0,1 м, з підсипанням під кабель шару ґрунту товщиною 0,1 м, який має складатися з просіяного ґрунту без камінців, будівельного сміття та шлаку. Таким самим ґрунтом спочатку засипають кабель до висоти 0,1 м 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 для відповідного струмового навантаження КЛ. Теплофізичні характеристики сумішей визначають за СОУ-Н МЕНВ 40.1-37471933-49:2011 «Проектування кабельних ліній напругою до 330 кВ. Настанова».

У разі прокладання кабелів у залізобетонних лотках, покладених у траншею, піщано-гравійну (піщано-цементну) суміш шаром 0,1 м треба підсипати в лоток під кабель. Після укладання кабелю (групи кабелів) в залізобетонний лоток спочатку засипають кабелі в лотку і пустоти 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 від рівня стінок лотка на 0,1 м.

У ґрунті, яким засипають траншею поверх початкового шару, мають бути відсутніми речовини, які 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 і підсипати його шаром піску, не меншим ніж 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 укласти залізобетонні плити товщиною, не меншою ніж 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 укласти 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 же самій висоті укласти один шар глиняної цегли (без порожнин) поперек траси, або полімерні листи відповідної міцності.

Використовувати глиняну цеглу або полімерні листи для захисту кабелів напругою до 20 кВ від механічних пошкоджень треба лише на ділянках траси, де за наявності інших підземних комунікацій можливі часті розкопування.

У разі розташування в траншеї лише 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, які живлять струмоприймачі категорії I та особливої групи категорії I, і КЛ, які прокладають від ПС до розподільчих пунктів (РП) або трансформаторних пунктів (ТП), потрібно укласти 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 є меншою ніж 0,25 м, дозволено укласти цеглу вздовж траси КЛ.

2.3.60 Прокладати КЛ в траншеї треба на глибину від планувальної відмітки території, не меншу ніж:

- 0,7 м – для КЛ напругою до 20 кВ;
- 1,0 м – для КЛ напругою 27 кВ і 35 кВ;
- 1,5 м – для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ.

Прокладання КЛ на більшу глибину необхідно обґрунтовувати при розробленні проекту.

Прокладати КЛ напругою до 20 кВ через орні землі та на перетинах вулиць і майданів треба на глибину, не меншу ніж 1 м. За такої глибини прокладання КЛ орні землі можна використовувати під посіви.

На уводах 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 м.

Відстань по горизонталі в 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. Щодо відстані до підземних частин опор ПЛ див. 2.3.67.

Відстань від стін тунелів і комунікаційних колекторів має бути не меншою ніж 0,5 м.

Прокладати кабелі в траншеях 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, меншою ніж 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 меншою ніж 0,5 м. Цю відстань

дозволено зменшувати до 0,25 м з урахуванням місцевих умов і на підставі розрахунків електромагнітного впливу на кабелі зв'язку. При цьому має бути забезпеченим захист від пошкоджень у разі короткого замикання в одному із кабелів (прокладання в трубах, стійких до поширювання полум'я).

Відстань між контрольними кабелями між собою та кабелями зв'язку не нормують.

2.3.62 У разі прокладання КЛ у зоні насаджень відстань від кабелів до стовбурів дерев має бути не меншою ніж 1,5 м. Дозволено за погодженням 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 з чагарниковими насадженнями зазначені відстані дозволено зменшувати до 0,75 м.

2.3.63 У разі прокладання КЛ будь-якої напруги паралельно з трубопроводами відстані між ними по горизонталі в 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 в 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 ніж 50 м, за умови влаштування захисної залізобетонної стінки між кабелями і трубопроводом.

2.3.64 У разі прокладання КЛ напругою до 330 кВ паралельно із залізничними коліями в зоні їх відчуження, відстань від КЛ до осі залізничної колії має бути не меншою ніж 3 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 з трамвайними лініями відстань від КЛ до осі трамвайної колії має бути не меншою ніж 2,75 м. На територіях стисненої забудови цю відстань дозволено зменшувати за умови, що кабелі на всій ділянці зближення буде прокладено 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 підосви насипу на відстані, не меншій ніж 1 м від брівки або не меншій ніж 1,5 м від бортового каменя. Зменшувати зазначену відстань можна з урахуванням вимог ДБН В.2.3-4:2007 «Автомобільні дороги. Частина 1. Проектування».

2.3.67 Відстань по горизонталі в просвіті від крайнього кабелю КЛ до підземних частин і заземлювачів опор ПЛ напругою понад 1 кВ, захищених тросами, 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 і за умов, визначених для тросових опор.

На територіях стисненої забудови відстань від КЛ до підземних частин і заземлювачів окремих опор ПЛ напругою понад 1 кВ дозволено зменшувати до 2 м за умови прокладання КЛ в залізобетонних лотках.

Відстань по горизонталі в просвіті від КЛ до підземної частини опори ПЛ напругою до 1 кВ, до опори контактної електромережі або до 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 заземлювачів підстанцій або РУ.

У разі повітряно-кабельного з'єднання (див. **2.3.68**) місце з'єднання заземлювального провідника конструкції (опори) і її заземлювача має знаходитися з протилежного 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, які прокладають у ґрунті, потрібно 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 можна встановлювати під іншим кутом до поверхні ґрунту.

2.3.68 У місцях переходу ПЛ у кабельну вставку напругою від 35кВ до 330 кВ треба виконувати ПКЗ або перехідний пункт (ПП).

Кабельні вставки до ПЛ треба захищати від перенапруг згідно з главою 4.2 цих Правил. Ізолюючі оболонки кабелів мають бути захищеними від наведеної на їх екранах напруги. Захист виконують відповідно до вимог **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 цих Правил.

Захист кабельної вставки кінцевої напругою до 20 кВ на ділянці підходу ПЛ такої самої напруги до ПС виконують відповідно до **4.2.177** глави 4.2 цих Правил.

Повітряно-кабельне з'єднання 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 розмішувати на конструкціях опор ПЛ таким чином, щоб вони не заважали обслуговуванню ізоляційних елементів ПЛ без зняття напруги.

Перехідний пункт улаштовують відповідно до глави 4.2 цих Правил. Обладнання ПП установлюють відповідно до проекту.

2.3.69 У разі перетину силовими КЛ інших КЛ вони мають бути розділеними шаром ґрунту товщиною, не меншою 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 1 м у кожен бік плитами або трубами з бетону або іншого однакового за міцністю матеріалу; при цьому кабелі зв'язку треба розташовувати вище від силових кабелів.

Якщо КЛ перетинають кабельні тунелі і канали на відстані 0,15 м над кабельною спорудою, то в цьому разі слід додержуватися вимог до перетину підземних споруд згідно з **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 меншій 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 1 м. Для стиснених умов дозволено приймати цю відстань не меншою 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 стиснених умовах – 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 разі, коли зазначених умов дотриматися 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 треба покладати таким чином, щоб замінювати кабелі можна було без виконання земляних робіт (наприклад, введенням 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 прокладати 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 лише 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 більшої 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 та труби мають бути неметалевими. Місце перетину має бути розташованим 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 $75 - 90^\circ$ до осі колії.

Кінці блоків і труб мають бути міцно ущільненими 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, яка будується, 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 підошви 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**. Місце перетину треба вибирати 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.

Таким же чином мають бути захищеними кабелі КЛ в місцях перетину струмків і канав.

2.3.75 У разі встановлення на КЛ кабельних муфт відстань у просвіті між корпусом кабельної муфти та найближчим кабелем, а також між корпусом муфти та заземленими частинами має бути не меншою від зазначеної виробником муфти. Якщо

виробник не зазначає відповідних відстаней, вони мають бути не меншими ніж 0,25 м для КЛ напругою до 35 кВ, 0,5 м – для КЛ напругою понад 35 кВ, та 0,1 м – між корпусом захисного кожуха муфти та найближчим кабелем.

У разі прокладання КЛ на крутонахилених трасах треба уникати установлення на них кабельних муфт. За необхідності установлення на таких ділянках кабельних муфт (окрім муфт «сухої» конструкції) під ними треба виконувати 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 цього використовують переважно місця виходу кабелів на ПС, РП та ТП тощо. Захист кабельних споруд від ґрунтової корозії має задовольняти вимоги ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 «Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії».

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 20 кВ конфігурацію розташування каналів у кабельних блоках і допустимі тривалі струми кабелів у каналах треба приймати згідно з **1.3.20** і **1.3.21** глави 1.3 цих Правил.

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, які прокладають у ґрунті, треба перевіряти за допустимим механічним навантаженням від дії ваги засипного ґрунту та іншими ваговими навантаженнями (плити, дорожнє 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 коригувальними 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 має бути 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 під час для прокладання їх у 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, які забезпечують зручне протягування кабелів і видалення їх із блоків. Такі самі 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 ущільненими водонепроникним матеріалом.

З'єднувальні муфти кабелів, прокладених у блоках, мають бути розташованими в колодязях.

2.3.83 Перехід КЛ із блоків і труб у будинки, тунелі, підвали тощо треба виконувати або безпосереднім введенням у них блоків і труб, або спорудженням колодязів чи приямків усередині будинків або камер у їхніх зовнішніх стінах.

Треба передбачати заходи, які унеможливлювали б проникнення через труби або прорізи води та 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 оболонки кабелів під час протягування. На виходах кабелів із блоків у кабельні споруди і камери треба передбачати заходи, які запобігають пошкодженню оболонки 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 віддавати перевагу надземним і наземним способам прокладання кабелів (у кабельних лотках і драбинах або в коробах). Наземні лотки і плити для їх покриття треба 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, які 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 і 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 від 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 за 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 перегородками 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 до технологічної частини прокладання КЛ у кабельних спорудах викладено в **2.3.87 – 2.3.96**, вимоги до будівельної частини кабельних споруд – у **2.3.144 – 2.3.160**.

2.3.87 Кабельні споруди всіх 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 виконаними таким чином, щоб уникнути пошкодження оболонки кабелю.

2.3.89 Розміщувати кабелі в спорудах треба в такій послідовності:

а) 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;

б) контрольні кабелі дозволено прокладати поруч із силовими кабелями напругою до 1 кВ;

в) силові кабелі напругою до 1 кВ прокладають переважно над кабелями напругою вище 1 кВ; при цьому їх треба відокремлювати перегородкою;

г) різні групи кабелів: робочі та резервні кабелі напругою понад 1 кВ від генераторів, трансформаторів тощо та КЛ, які живлять електроприймачі категорії I, треба прокладати переважно на різних горизонтальних рівнях і розділяти перегородками.

У разі двостороннього розміщування кабельних конструкцій кабелі, які живлять електроприймачі категорії I, треба прокладати на консолях протилежних сторін;

д) розділювальні перегородки, зазначені в підпунктах а), в) і г), повинні мати межу вогнестійкості, не меншу ніж EI 15, і бути виконаними з негорючих матеріалів.

У разі застосування автоматичного пожежогасіння перегородки, зазначені в підпунктах а), в) і г), дозволено не встановлювати.

На кабельних естакадах і галереях з частково закритими стінами, розташованих просто неба, розділювальні перегородки, зазначені в підпунктах а), в) і г), 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 треба розташовувати в спорудах у такий спосіб:

– на естакадах – по обидва боки підтримувальної конструкції в прогоні (балки, ферми);

– у галереях – по різні боки від проходу.

2.3.90 Кабелі, які прокладають у кабельних спорудах, мають 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 меншою ніж 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 наведено в **2.3.145** і **2.3.146**.

Таблиця 2.3.3 – Найменші відстані між елементами кабельних конструкцій і окремими кабелями в кабельних спорудах

Відстані	Розміри, мм	
	у тунелях, галереях, естакадах, кабельних поверххах	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), прокладених за схемою «у площині»; – те саме «у трикутнику»; – для кабелів від 20 кВ до 35 кВ прокладених за схемою «у площині»; – те саме «у трикутнику»; – для кабелів від 110 кВ до 330 кВ прокладених за схемою «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 1 кВ перерізом до 3×25 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 нормують	
6. По горизонталі в просвіті між одножильними кабелями напругою від 6 кВ до 330 кВ, прокладеними за схемою «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 1 кВ і групою контрольних кабелів має бути не меншою ніж 0,1 м (або ці групи кабелів мають бути розділеними перегородкою з межею вогнестійкості, не меншою ніж EI 15, 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:

а) зовнішній діаметр пучка кабелів має бути не більшим ніж 0,1 м;

б) висота шарів у одному коробі не має перевищувати 0,15 м; прокладати силові кабелі багатошарово заборонено;

в) у пучках і багатошарово треба прокладати лише кабелі з однотипними оболонками;

г) 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;

д) за наявності кабелів, не стійких до поширювання полум'я, усередині коробів необхідно встановлювати вогнеперешкоджувальні ущільнення з вогнестійкістю матеріалу, не меншою ніж EI 45:

1) у місцях виходу коробів у кабельні споруди;

2) на вертикальних ділянках на відстані, не більшій ніж 20 м, а також у місцях прокладання через перекриття;

3) на горизонтальних ділянках через кожні 30 м, а також у місцях прокладання крізь стіни і перегородки та в місцях розгалуження в інші коробки головних потоків кабелів.

Місця вогнеперешкоджувальних ущільнень КЛ позначають червоними смугами на зовнішніх стінках коробів;

е) 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 меншою ніж 0,02 м;

ж) у кожному напрямку кабельної траси треба передбачати запас ємкості, не менший ніж 15 % від загальної ємкості коробів.

2.3.94 КЛМ низького тиску та одножильні 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 прокласти на опорах або підвішувати на підвісках; відстань між опорами або підвісками визначають за 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 за проектом.

Механічні опори та кріплення розгалужувальних пристроїв на КЛМ високого тиску мають запобігати розгойдуванню труб розгалужень, утворенню замкнутих магнітних контурів навколо них. У місцях кріплення або доторкання до опор треба передбачати ізолювальні 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 полімерні кожухи для локалізації пошкоджень, які можуть виникнути в разі електричних пробіїв у муфтах.

2.3.96 Кінцеві муфти на КЛМ високого тиску треба розміщувати в приміщеннях за температури повітря, яка має бути не нижчою ніж 0 °С. Якщо температура повітря в приміщенні стає меншою ніж 0 °С, то його треба обладнувати автоматичними обігрівачами.

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

2.3.97 У разі прокладання КЛ у виробничих приміщеннях треба виконувати такі вимоги:

- кабелі мають бути доступними для ремонту і 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**;

- відстань між кабелями має відповідати відстані, наведеній у таблиці 2.3.3;

- відстань між паралельно прокладеними силовими кабелями та різними трубопроводами і газопроводами має бути не меншою від відстані, 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 в 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 потрібно ущільнювати легкопробивним негорючим матеріалом на всю товщину будівельних конструкцій.

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 не виробничого персоналу) треба

захищати до безпечної висоти, але не меншої ніж 2 м від рівня ґрунту або підлогита 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, які зазнають незначного розмивання (перетин струмків див. у **2.3.74**). У разі прокладання КЛ через річки з нестійким руслом і берегами, які зазнають розмивання, заглиблення їх у дно передбачають з урахуванням місцевих умов. Глибину закладання КЛ визначають за проектом. Прокладати КЛ в зонах пристаней, 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 та води.

2.3.102 Прокладати КЛ по дну моря треба таким чином, щоб у нерівних місцях вони не перебували у висячому положенні; гострі виступи дна мають бути усунутими. Міліну, кам'яні пасма та інші підводні перешкоди на трасі треба обходити або передбачати в них траншеї або 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 виконують днопоглиблювальні роботи, КЛ треба заглиблювати у дно до відмітки, на якій не відчувається вплив робіт, які провадять.

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 з наступним накиданням каменів.

2.3.104 Відстань між багатожильними кабелями, заглиблюваними в дно річок, каналів тощо із шириною водойми до 100 м, потрібно приймати не меншою ніж 0,25 м.

КЛ, які будують під водою, треба прокладати на відстані від діючих КЛ, не меншій ніж 1,25 глибини водойми, обчисленої для багаторічного середнього рівня води, але не меншої ніж 20 м.

У разі прокладання КЛ з одножильними кабелями під водою на глибину 5 – 15 м і за швидкості течії, яка не перевищує 1 м/с, відстані між окремими фазами (без спеціальних кріплень фаз між собою, наприклад, «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, більшої ніж 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. Можна прокладати по одному кабелю в попередньо підготовлену (розмиту) підводну траншею з наступним укладанням кабелів водолазами перед замиванням траншеї відповідно до проекту.

Відстань по горизонталі від КЛ, прокладених по дну річок, каналів та інших водойм, до трубопроводів (нафтопроводів, газопроводів тощо), треба визначати при розробленні 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 погодженням 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 влаштовувати кабельні колодязі. Верхній кінець труби має входити в береговий колодязь, а нижній – перебувати на глибині, не меншій ніж 1 м від найменшого рівня води. На берегових ділянках труби мають бути міцно ущільненими 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 (замощування, 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 Правил судноплавства на внутрішніх водних шляхах України, затверджених наказом Міністерства транспорту України від 16.02.2004 № 91, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 12.07.2004 р. за № 872/9471.

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, і кабелів, прокладених методом горизонтально направленої буріння, визначають проектом.

ПРОКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ ПО СПЕЦІАЛЬНИХ СПОРУДАХ

2.3.110 Відповідно до ДБН В.2.3-14:2006 «Споруди транспорту. 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 по мостах, як правило, не допускається.

За наявності відповідного техніко-економічного обґрунтування допускається прокладання КЛ по мостах у передбачених окремих місцях та в спеціальних конструктивних елементах (кабельні коробки, трубопроводи).

Для прокладання КЛ по мостах слід передбачати окремі місця та спеціальні конструктивні елементи (кабельні короби, трубопроводи).

У разі прокладання КЛ під пішохідною частиною моста необхідно перевіряти рівень магнітного поля над місцем її проходження шляхом виконання відповідних розрахунків на етапі виконання проекту. Якщо рівень магнітного поля перевищує гранично допустимий, наведений у таблиці 2.3.2, необхідно передбачати встановлення спеціальних захисних екранів.

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 «Система кабельних коробів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування», для систем кабельних трубопроводів – за ДСТУ 4549-1:2006 «Система кабельних трубопроводів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування»), з розміщенням кожного кабелю в окремому трубопроводі. Необхідно передбачати заходи щодо запобігання стіканню зливових вод по цих трубопроводах. 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 багатожилевими 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 для забезпечення охорони мостів, безпеки руху по ньому у випадках пошкоджень кабелю, а також щодо унеможливлення негативного впливу електромагнітного поля КЛ на комунікації зв'язку та інші комунікації, які прокладено 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 1 м, – для КЛ напругою до 35 кВ і 1,5 м – для КЛ напругою від 110 кВ до 330 кВ.

2.3.114 Прокладати КЛМ по мостах заборонено.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДЛЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ КАБЕЛІВ З ІЗОЛЯЦІЄЮ ІЗ ЗШИТОГО ПОЛІЕТИЛЕНУ

2.3.115 Вимоги, наведені в **2.3.116 – 2.3.138**, стосуються особливостей КЛ напругою від 6 кВ до 330 кВ, в яких застосовують кабелі з ізоляцією із зшитого поліетилену (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 погодженням виробника кабельної продукції.

2.3.116 Застосовувати КЛ з кабелями з ізоляцією із ЗПЕ в електричних мережах з ізольованою 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, пошкодженою однофазним замиканням на землю (див. також **2.3.17**).

Правила експлуатаційного обслуговування кабелів не мають допускати можливості доторкання людини до струмопровідних екранів одножильних кабелів, заземлених з одного кінця (**2.3.124**, способи 2 – 4) без вимикання КЛ.

2.3.117 Номінальний переріз струмопровідних жил кабелів вибирають за тривало допустимим струмом навантаження нормального режиму, в 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 коригувальних коефіцієнтів, передбачених виробником кабельної продукції, або в інший (розрахунковий) спосіб. Відмінність конкретних умов від базових можна визначати, 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 враховане в базових умовах);
- відсутність струмового навантаження екранів, якщо схема заземлення екранів відрізняється від базової схеми заземлення екрана з обох боків (коригування виконують за ДСТУ ІЕС 60287-1-1:2009 «Кабелі електричні. Обчислення номінальної сили струму». Частина 1-1. «Співвідношення для обчислення номінальної сили струму (коефіцієнт навантаження 100%) і обчислення втрат. Загальні положення»).

На ділянці траси, довжина якої дорівнює будівельній довжині кабелю, тривало допустиме струмове навантаження приймають за струмом, визначеним для відрізка траси з 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 від очікуваного струму передавання по КЛ, який визначають за даними розвитку електричного навантаження енерговузла на перспективу до 20 років.

Вибраний за умови нормального температурного режиму кабелю номінальний переріз струмопровідної жили перевіряють за умови післяаварійного режиму (**2.3.119**) і режиму короткого замикання (**2.3.120**).

2.3.119 У післяаварійному режимі роботи енерговузла струмопровідна жила може перебувати 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 очікуване значення струму 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 перебувати за температури 250 °С. Тривалість режиму КЗ зумовлено тривалістю дії релейного захисту на вимикання КЛ.

Допустимий струм КЗ жили кабелю визначають за даними виробника кабельної продукції про допустиме значення струму КЗ тривалістю 1с (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 є меншою ніж 90 °С, використовують дані виробника кабельної продукції про збільшення щільності односекундного струму КЗ у разі зменшення початкової температури.

Для тривалості КЗ, відмінної від 1 с, допустимий струм КЗ розраховують множенням значення струму КЗ, який протікає за 1 с, на коригувальний 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 від очікуваного з перспективою до 20 років значення струму зовнішнього КЗ (на шинах ПС в кінці КЛ). Вид зовнішнього КЗ, який зумовлює найбільше значення струму жили, визначають за 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 перебувати за температури 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 від очікуваного 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 прийнятим 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 виникати 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 в разі розташування кабелів за схемою «у трикутник» впритул один до одного визначають за формулою:

$$I_E = I_{KL} \sqrt{\frac{0,0019}{R_{70}^2 + 0,0019}} , \quad (2.3.2)$$

де I_E – наведений струм екрана, А;

I_{KL} – максимальний робочий струм КЛ, А;

R_{70} – питомий активний опір екрана кабелю за температури 70 °С, Ом/км.

Питомий активний опір екрана кабелю розраховують множенням значення опору за стандартної температури 20 °С на коефіцієнт 1,19 для екрана із міді і 1,2 – для екрана з алюмінію.

Значення наведеного струму в екрані в разі розташування кабелів за схемою «у площині» на відстані одного діаметра між кабелями визначають за формулою:

$$I_E = I_{KL} \sqrt{0,75 \frac{0,017}{R_{70}^2 + 0,017} + 0,25 \frac{0,01}{R_{70}^2 + 0,01}} \quad (2.3.3)$$

де I_E , I_{KL} , R_{70} – параметри відповідно до формули

Якщо КЛ напругою від 6 кВ до 35 кВ приєднують до РУ ПС, яка має інші РУ напругою 110 кВ і вище, то номінальний переріз струмопровідних екранів кабелю, який заземлюють з обох кінців приєднанням до заземлювачів ПС, потрібно додатково перевіряти на можливу максимальну величину протікання в них струму однофазного 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 неробочого ходу за формулою:

$$l = \frac{14}{\sqrt{L \cdot C}} \quad (2.3.4)$$

де L – питома індуктивність кабелю, мГн/км;

C – питома 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 заземлювати струмопровідні екрани 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 дає змогу обслуговувати лінійну частину ПКЗ без зняття напруги.

Можливі способи заземлення екранів наведено нижче.

Спосіб 1. Заземлення екранів з обох кінців

Застосування цього способу є обов'язковим для кабельних вставок у ПЛ, якщо вставки мають вихід кабелів на конструкції ПКЗ з обох кінців. Допускається застосовувати спосіб 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 з 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 виконують 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 перевіркою значень наведеної напруги на незаземлених кінцях екранів відносно землі за максимального струму жили кабелю в нормальному робочому режимі.

Перевірку виконують виходячи із фактичної довжини КЛ (або ділянки КЛ) і значення питомої наведеної напруги на 1 км КЛ, яке визначають за формулою:

$$E = I \cdot X_M, \quad (2.3.5)$$

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 має перевищувати допустимого діючого значення напруги змінного струму, яке становить 70 % значення випробувальної напруги оболонки кабелю постійного струму. За випробувальну напругу оболонки приймають напругу постійного струму, визначену в технічних умовах на виробництво кабелю.

Для захисту ізоляції оболонки кабелю в режимі зовнішнього КЗ на незаземлених кінцях екранів треба встановлювати ОПН (з відповідним їх заземленням).

Вибір ОПН виконують 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 – за струму однофазного КЗ.

Залишкова напруга на ОПН у разі КЗ не повинна перевищувати допустиму напругу ізоляції зовнішньої оболонки кабелю. Вибір виконують з урахуванням тривалості режиму зовнішнього КЗ. Допускається встановлювати декілька колонок ОПН, якщо енергоемність однієї колонки виявиться недостатньою.

Для унеможливлення доторкання до незаземлених кінців екранів на них має бути встановлено відповідні огорожі.

У разі паралельного прокладання двох КЛ з одножилйними кабелями, на одній із яких застосовують заземлення екранів з одного кінця, належить перевіряти наведену напругу на екрані в ремонтному режимі такої КЛ. У цьому разі на струмопровідному екрані вимкненої для ремонту КЛ може наводитися напруга від суміжної КЛ, яка перебуває 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), в 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 для 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 в 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 подальшим з'єднанням елементарних секцій таким чином, щоб неперервні електричні кола екранів були симетричними трьом фазним жилам. Наприклад, кінець екрана першої секції на фазі *A* з'єднують з початком екрана другої секції на фазі *B*, а кінець екрана цієї секції – з початком екрана третьої секції на фазі *C*.

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 виконують 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 режимів 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 у 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:

$$E_T = \frac{2}{9N} (I \cdot X_M) \quad (2.3)$$

де E_T – 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, які установлюють у колодязях з екранороздільними муфтами або в наземних конструкціях біля таких колодязів. Влаштування з'єднувальних коробок в частині ізоляційних відстаней від неізольованих

струмопровідних частин виконують за таблицею 4.2.3 глави 4.2 цих Правил 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 цих Правил. Електричні провідники для з'єднання екранів між собою і з ОПН мають бути ізольованими 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 поділяти струмопровідні екрани 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, установленними для способу 2. Опір заземлювачів екранів і ОПН кожної ділянки визначають за таблицею 2.5.29 глави 2.5 цих Правил.

Спосіб 5. Комбінація способів заземлення екранів

На різних ділянках однієї КЛ допускається застосовувати комбінації різних способів заземлення екранів кабелю.

Допускається застосовувати спосіб 3 із комбінацією циклів транспозиції екранів різної довжини (за обов'язкового поділу кожного циклу на три елементарні секції практично однакової довжини). Також допускається застосовувати спосіб 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 треба розташовувати в один ряд або зміщувати між сусідніми кабелями уздовж 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, яка є достатньою для монтажу муфти, а також для розміщення компенсаційної дуги (компенсатора). Довжину дуги з кожного боку муфти приймають за рекомендаціями заводів-

виробників кабельної продукції; вона 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 має 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 для кабелів напругою до 35 кВ – не меншою ніж 2 м.

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 руйнівні діють на оболонку кабелю, містять будівельне сміття, шлак, або за наявності вигрібних і сміттєвих ям на відстані, меншій ніж 2 м, траншею 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 можна розміщувати по одному фазному кабелю в трубі (каналі), або по три кабелі, з'єднані за схемою «у трикутник», у одній трубі.

Кабелі напругою від 110 кВ до 330 кВ треба розміщувати по одному кабелю в трубі незалежно від схеми прокладання («у площині» чи «у трикутник»).

Внутрішній діаметр труби по відношенню до зовнішнього діаметра кабелю D повинен мати розмір, не менший ніж $1,5D$ у разі прокладання одного кабелю і не менший ніж $3,2D$ – 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, які 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.

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). Вільний простір у загальній трубі заповнюють бетоном, а кінці труб, в яких проклали кабелі, – ущільнюють. Глибину прокладання кабелю визначають за **2.3.60**, так само, як для прокладання в ґрунті.

У разі прокладання в загальній трубі двох КЛ за умови, що кабелі кожної КЛ прокладено в трубах меншого діаметра, відстань між крайніми найближчими кабелями суміжних КЛ треба приймати такою самою, як для КЛ, прокладених без труб (**2.3.61**).

2.3.131 З'єднувати неметалеві труби треба за допомогою муфт, з'єднувальних патрубків або манжет 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 гладенькими поверхнями в залізобетонних

конструкціях або через відкриті прорізи. Порожнини у відрізках труб і отворах та прорізи мають бути ущільненими негорючим матеріалом відповідно до ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва».

2.3.133 Вводити кабелі в будівлі, кабельні споруди та інші приміщення треба в трубах із немагнітних негорючих матеріалів. Кінці труб мають виступати в траншею із 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 з траншеї до будівлі, кабельної споруди і приміщень води та дрібних тварин. Труби для введення кабелів у будинки цивільного призначення мають бути старанно ущільненими для запобігання проникненню в приміщення вологи і газу.

Вводити кабелі в будівлі, кабельні споруди в разі прокладання КЛ в наземних залізобетонних лотках треба через перехідні колодязі, які необхідно розташовувати впритул до зовнішньої стіни будівлі або до лінії вимощення. Кінці труб для введення кабелів мають бути заведеними 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 трикутник».

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 має бути замкнутих контурів з 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 трикутник» 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 трикутник»). Для забезпечення цього слід підбирати належний крок скріплення.

У разі прокладання КЛ просто неба вони мають бути скріпленими 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 трикутник» 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 і 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 із 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 консолях їх треба закріплювати на кожній консолі. Відстань між консолями має бути не більшою ніж 1 м. 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, які виникають у разі 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 5 – 8 мм.

У разі прокладання кабелів по конструкціях просто неба треба застосовувати пластикові або гумові прокладки кріплень, 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 1 кВ – з'єднаними із захисним *РЕ*-провідником відповідно до 1.7.77 глави 1.7 цих Правил.

Опір заземлювачів, до яких приєднують оболонки і броню кабелів, а також екрани однофазних кабелів напругою понад 1 кВ, слід приймати згідно з 1.7.98 глави 1.7 цих Правил для КЛ в електричних мережах з ізолюваною, компенсованою або заземленою через резистор нейтраллю і приймати опір заземлювачів, не більший від опору, наведеного в таблиці 2.5.29 глави 2.5 цих Правил.

2.3.140 Під час вибору системи заземлення екранів однофазних кабелів слід враховувати напруги на заземлювальних пристроях кінцевих ПС у разі протікання через пристрої розрахункових струмів замикання на землю. Визначати струм для розрахунку опору заземлювального пристрою, який використовують одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ і понад 1 кВ, треба з урахуванням струмів екранів однофазних кабелів, якщо екрани поділено на частини (секції) з 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 оболонку і броню потрібно з'єднувати 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 броню треба за допомогою окремих заземлювальних провідників. Якщо на опорі конструкції встановлено зовнішню кінцеву муфту і комплект ОПН, то броню, металеві оболонки та муфти треба приєднувати до заземлювача ОПН. Використовувати як заземлювач лише металеві оболонки кабелів у цьому 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 мм^2 (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 вибирають відповідно до вимог **1.7.137–1.7.139** глави 1.7 цих Правил.

Естакади та галереї необхідно обладнувати блискавко-відводом, 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 приєднувати до КЛ через ізолюючі вставки, а корпуси кінцевих муфт – ізолювати від алюмінієвих оболонок кабелів. Зазначену вимогу не поширюють на КЛ з безпосереднім введенням 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, потрібно заземлювати у всіх 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 Усі елементи ПКЗ, які підлягають заземленню, треба приєднувати до заземлювача опори ПЛ, опір якого має відповідати вимогам таблиці 2.5.29 глави 2.5 цих Правил, а в разі встановлення на ПКЗ роз'єднувача – вимогам глави 1.7 цих Правил

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 із сфери їх застосування, зокрема:

– СНиП 2.09.03-85 «Сооружение промышленных предприятий» (раздел 4 «Тоннели и каналы», раздел 13 «Галереи и эстакады»;

– НАПБ 05.031-2010 «Інструкція з пожежної безпеки та захисту автоматичними установками водяного пожежогасіння кабельних споруд»;

– НАПБ 05.028-2004 «Противопожечний 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» (розділ 3 Загальні вимоги щодо вогнезахисту кабельних споруд).

2.3.145 Кабельні споруди повинні мати такі мінімальні габарити:

а) тунелі, колектори, естакади, галереї, кабельні поверхи, кабельні колодязі:

1) висота проходу в просвіті між кабельними конструкціями – 1,8 м;

2) ширина проходу в просвіті між конструкціями за двостороннього їх розміщення – 1,0 м;

3) ширина проходу в просвіті між стіною і конструкціями за одностороннього їх розміщення – 0,9 м;

б) кабельні канали і подвійні підлоги:

1) висота (глибина) – не більше ніж 1,2 м;

2) ширина 0,3 м – за глибини до 0,6 м;

3) ширина 0,45 м – за глибини понад 0,6 м до 0,9 м;

4) 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 із 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 та кабельні поверхи висотою, зменшеною порівняно з передбаченою в **2.3.145**, але не меншою ніж 1,5 м у просвіті за таких умов:

- напруга КЛ має бути не вищою ніж 10 кВ;
- довжина тунелю має бути не більшою ніж 100 м;
- кабельний поверх площею, не більшою ніж 108 м², який знаходиться в межах окремо збудованої трансформаторної підстанції (ТП) або розподільчого пункту (РП) напругою не вищою ніж 10 кВ, і має два виходи (у тому числі через люки, обладнані стаціонарними сходами чи драбиною) до коридорів обслуговування чи коридорів управління електричних розподільчих установок або до інших приміщень категорії Г і Д за ступенем вогнетривкості (при площі, меншій ніж 54 м², дозволено виконувати один вихід);

- 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, які забезпечують розміщення резервних кабелів.

На дні колодязів треба влаштовувати приямки для збирання ґрунтових і зливних 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 зливних 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 зливної каналізації.

У кабельних каналах, які будують поза приміщеннями і які розташовано 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, яке 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 переміщення по ньому 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 енергоблока електростанції дозволено виконувати кабельні споруди з межею вогнестійкості *EI 15*. При цьому технологічне устаткування, яке може служити джерелом пожежі (баки з маслом, масло станції тощо), повинні мати огорожі з межею вогнестійкості, не меншою ніж *EI 45*, які унеможлиблювали б загорання кабелів у разі виникнення пожежі на цьому устаткуванні.

У межах одного енергоблока електростанції дозволено прокладати кабелі поза спеціальними кабельними спорудами за умови надійного їх захисту від механічних пошкоджень, пилу, від іскор і вогню в разі проведення ремонту технологічного устаткування, забезпечення нормальних температурних умов для кабельних ліній та зручності їх обслуговування.

Для забезпечення доступу до кабелів у разі розташування їх на висоті 5 м і вище необхідно споруджувати спеціальні площадки і проходи.

Для одиничних кабелів і невеликих груп кабелів (до 20) експлуатаційні площадки можна не споруджувати, але при цьому має бути забезпечено можливість швидкої заміни і ремонту кабелів в умовах експлуатації.

У разі прокладання кабелів у межах одного енергоблока поза спеціальними кабельними спорудами треба, по можливості, забезпечувати їх розділення на окремі групи, які 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 потрібно відділяти від кабелів електростанції перекриттям або перегородками, виконаними з негорючих матеріалів і з межею вогнестійкості, не меншою ніж *EI 45*.

Кабельні шахти треба відокремлювати від кабельних тунелів, поверхів та інших кабельних споруд перегородками з межею вогнестійкості, не меншою ніж *EI 45*, виконаних з негорючих матеріалів.

Кабельні поверхи, тунелі, галереї, естакади і шахти від інших приміщень та сусідніх кабельних споруд треба відокремлювати перегородками і перекриттями з межею вогнестійкості, не меншою ніж *EI 45*, виконаних з негорючих матеріалів.

Двері до кабельних споруд і в перегородках кабельних споруд, які мають межу вогнестійкості *EI 45*, повинні мати межу вогнестійкості, не меншу 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 пожежогасіння 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» дає змогу не передбачати в кабельних спорудах автоматичних установок пожежогасіння.

2.3.154 Обладнувати кабельні підвали та тунелі енергетичних об'єктів, міжцехові кабельні тунелі та внутрішньоцехові та комбіновані тунелі установками автоматичного пожежогасіння і пожежною сигналізацією треба відповідно до вимог НАПБ Б.06.004-2005 «Перелік однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної 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 відповідно до **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 більшого ніж 10 °С. При цьому треба унеможливити утворення мішків гарячого повітря в місцях звуження тунелів, у місцях поворотів, обходів тощо. Вентиляційні пристрої треба обладнувати шиберами для припинення доступу повітря в разі загорання, а також для запобігання промерзанню тунелю в зимовий час. 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, які розташовано на території вітрополів, треба виконувати відповідно до вимог, які поширюються на КЛ, прокладені в 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.

Таблиця 2.3.4 – Найменша відстань від кабельних естакад і галерей до будинків і споруд

Споруда	Нормована відстань	Найменші розміри, м
<i>У разі паралельного прокладання по горизонталі</i>		
Будинки та споруди з глухими стінами	Від конструкції естакади і галерей до стіни будинку та споруди	Не нормується
Будинки та споруди, які мають стіни з прорізами	Те саме	2
Внутрішньозаводська неелектрифікована залізниця	Від конструкції прохідної естакади і галерей 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 галерей до бордюрного каменю, зовнішньої брівки або підшоши кювету дороги	2
Канатна дорога	Від конструкції естакади і галерей до габариту рухомого складу	1
Надземний трубопровід	Від конструкції естакади і галерей до найближчих частин трубопроводу	0,5
ПЛ електропередавання	Від конструкції естакади і галерей до проводів	Див. 2.5.169, таблиці 2.5.32, глави 2.5 Правил

Кінець таблиці 2.3.4

Споруда	Нормована відстань	Найменші розміри, м
<i>У разі 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 трубопроводу	0,5
ПЛ електропередавання	Від конструкції естакади і галереї до проводів	Див. 2.5.174 глави 2.5 цих Правил
ПЛ зв'язку й радіофікації	Те саме	1,5

Перетинати кабельні естакади і галереї 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 НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

СИСТЕМА ПІДЖИВЛЕННЯ МАСЛА ДЛЯ КАБЕЛЬНИХ МАСЛОНАПОВНЕНИХ ЛІНІЙ

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 проекті. 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, які мають температуру, не нижчу ніж 10°C , 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 перемикання 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 EI 45, які виконано з негорючого матеріалу.

2.3.167 Кожна КЛМ повинна мати систему сигналізації тиску масла, яка забезпечує реєстрацію та передавання 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 виробничим (електротехнічним) 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 з диспетчерськими пунктами, у сфері керування яких знаходиться КЛМ.

2.3.170 Маслопровід, який з'єднує колектор агрегату підживлення з КЛМ високого тиску, треба прокладати в приміщеннях за температури, вищої ніж 0 °С. Допускається прокладати його в утеплених траншеях, лотках, каналах і в ґрунті нижче зони промерзання за умови забезпечення температури навколишнього середовища, вищої ніж 0 °С.

2.3.171 У приміщенні щита з приладами для автоматичного керування агрегатом підживлення вібрація не має перевищувати допустимих меж.

Додаток А

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 треба вибирати таким чином, щоб під час протягування кабелю не було перевищено допустимого зусилля натягу.

А.3 Зусилля натягу $F(H)$, яке виникає в кінці прямої ділянки траси, визначають за такими формулами:

для траси без різниці в рівнях – за формулою:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot l \cdot \mu, \quad (\text{А.1})$$

де M – лінійна вага кабелю, кг/м;

l – довжина ділянки траси, м;

μ – коефіцієнт тертя;

для траси з нахилом – за формулою:

$$F = 9,81 \cdot M \cdot l \cdot (\mu \cdot \cos \beta \pm \sin \beta), \quad (\text{А.2})$$

де β – кут нахилу траси, град;

+ $\sin \beta$ – у разі протягування кабелю знизу вверху;

– $\sin \beta$ – у разі протягування кабелю зверху вниз.

Коефіцієнти тертя приймають за таких значень:

$\mu = 0,2 - 0,3$ – у разі протягування кабелю по роliках;

$\mu = 0,4 - 0,6$ – у разі протягування кабелю в бетонні блоки;

$\mu = 0,1 - 0,2$ – у разі протягування кабелю в пластмасові труби зі змащуванням;

$\mu = 0,15 - 0,25$ – у разі протягування кабелю в пластмасові труби з підливанням води;

$\mu = 0,1 - 0,15$ – 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 F_E (Н) на нього розраховують за формулою:

$$F_E = F_A \cdot e^{\alpha \mu}, \quad (\text{A.3})$$

де F_A – зусилля натягу на кабель до повороту після протягування його на прямолінійній ділянці траси, Н;

α – 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 F_r (Н/м), яке визначають за формулою:

$$F_r = F_E \cdot \frac{\sin\left(\frac{\alpha^\circ}{2}\right)}{r \cdot \pi \cdot \frac{\alpha^\circ}{360^\circ}}, \quad (\text{A.4})$$

де F_E – зусилля натягу кабелю, Н;

α° – кут повороту траси, град;

r – радіус згинання кабелю, м.

За кутів α , менших ніж 90° , використовують спрощену формулу:

$$F_r = \frac{F_E}{r}$$

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 $F_{КЗ}$ (Н/м), яке виникає між двома кабелями під час КЗ, виконують за формулою:

$$F_{КЗ} = \frac{1,25 \cdot I^2}{S} \quad (A.6)$$

де S – відстань між центрами жил кабелів, м;

I – струм зовнішнього двофазного КЗ, яке створює найбільші динамічні зусилля, кА.

Додаток Б

**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:

$$X_M = \omega \cdot M, \quad (\text{Б.1})$$

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, в якій вплив конфігурації взаємного розташування жил і екранів кабелів у просторі представлено параметром γ :

$$M = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \gamma, \quad (\text{Б.3})$$

де M – коефіцієнт взаємоіндукції, Гн/км ;
 γ – 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 такого вигляду:

$$X_M = 2\omega \cdot 10^{-4} \cdot \gamma. \quad (\text{Б.4})$$

Під час виконання розрахунків наведеної на екрані напруги з частотою $f = 50$ Гц слід керуватися формулою (Б.4) у такому вигляді:

$$X_M = 0,0628 \cdot \gamma, \quad (\text{Б.5})$$

де X_M – питомий індуктивний опір екрана одножильного кабелю, Ом/км;
 γ – параметр впливу конфігурації.

Б.4 У Б.5 – Б.7 наведено математичні вирази для розрахунку параметра впливу конфігурації γ , які визначено 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 γ для трифазного режиму КЛ

У режимі трифазного струмового навантаження значення параметра γ залежить від взаємного розташування кабелів у перерізі траси КЛ (за схемою «у площині» або «у трикутник»).

У разі розташування кабелів за схемою «у площині» параметр γ визначають за формулою:

$$\gamma_{\text{пл}}^{(3)} = \ln \sqrt{4 \cdot \beta^2 + 1} \quad (\text{Б.6})$$

де

$$\beta = \frac{S}{D_K}, \quad (1)$$

де S – відстань між центрами жил двох суміжних кабелів, розташованих за схемою «у площині», м;
 D_K – зовнішній діаметр кабелю, м.

У разі розташування кабелів за схемою «у трикутник» параметр γ визначають за формулою:

$$\gamma_{\text{тр}}^{(3)} = 0,5 \ln \left[\beta^2 \sqrt{\left(1 + \left(\sqrt{3} + \frac{1}{\beta} \right)^2 \right) \cdot \left(1 + \frac{1}{\beta^2} \right)} \right], \quad (\text{Б.8})$$

де β – параметр, який визначають за формулою (Б.1), в якій S – відстань між центрами жил кабелів, розташованих у верхівках рівнобічного трикутника, м.

Окремі значення параметра γ для трифазного режиму струмового навантаження наведено в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1 – Параметр γ для трифазного режиму

№ за/п	Розташування кабелів КЛ	Значення γ залежно від β		
		$\beta = 1$	$\beta = 2$	$\beta = 3$
1	За схемою «у площині»	0,8	1,42	1,81
2	За схемою «у трикутник»	0,7	1,2	1,54

Б.6 Параметр γ для режиму однофазного КЗ на землю

Якщо дані про питомий опір ґрунту вздовж траси КЛ відомі з достатньою достовірністю, то параметр γ визначають за формулою:

$$\gamma^{(1)} = 4,725 + 0,5 \ln \rho - \ln 0,5 D_K, \quad (\text{Б.9})$$

де ρ – питомий опір землі, Ом·м;

D_K – зовнішній діаметр кабелю, м.

Якщо дані про питомий опір ґрунту не відомі, то параметр γ допускається визначати за формулою:

$$\gamma^{(1)} = 6,91 - \ln 0,5 D_K, \quad (\text{Б.10})$$

де D_K – зовнішній діаметр кабелю, м.

Б.7 Параметр γ для ремонтного режиму в разі паралельних КЛ

У ремонтному режимі параметр γ зумовлено конфігурацією розташування однопровідних кабелів на КЛ, яка перебуває в робочому режимі навантаження, по відношенню до екранів кабелів КЛ, яка перебуває в ремонтному режимі (КЛ вимкнено).

У разі розташування кабелів за схемою «у площині» на КЛ, яка 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
$$\alpha = \frac{A}{D_K}, \quad (\text{Б.12})$$

де A – найменша відстань у просвіті між кабелем КЛ, яка перебуває в робочому режимі, і кабелем КЛ, яку виведено в ремонт, м;

D_K – зовнішній діаметр кабелю КЛ, яка перебуває в робочому режимі, м;

β – параметр за формулою (Б.7), в якій S – відстань між центрами жил двох суміжних кабелів, розташованих за схемою «у площині» на КЛ, яка перебуває в робочому режимі.

У разі розташування кабелів за схемою «у трикутник» на КЛ, яка перебуває у робочому режимі, значення параметра γ визначають за формулою:

$$\gamma_{\text{тр}}^{(3)} = \ln \frac{0,87\beta + \alpha + 0,5}{\sqrt{0,25\beta^2 + (\alpha + 0,5)^2}}, \quad (\text{Б.13})$$

де α – параметр за формулою (Б.12);

β – параметр за формулою (Б.7), в якій S – відстань між центрами жил кабелів, розташованих у верхівках рівнобічного трикутника на КЛ, яка перебуває в робочому режимі.

Окремі значення параметра γ для ремонтного режиму (за орієнтовних значень параметра α для КЛ різних класів напруги) наведено в таблиці Б.2.

Таблиця Б.2 – Параметр γ для ремонтного режиму паралельних КЛ

№ за/п	Напруга КЛ і параметр α	Розташування кабелів у КЛ	Значення γ залежно від β		
			$\beta = 1$	$\beta = 2$	$\beta = 3$
1	КЛ 6 – 10 кВ $\alpha = 2$	За схемою «у площині»	0,07	0,25	0,45
		За схемою «у трикутник»	0,28	0,46	0,56
		За схемою «у площині»	0,04	0,14	0,28
2	КЛ 20 – 35 кВ $\alpha = 3$	За схемою «у трикутник»	0,21	0,36	0,48
3	КЛ 110 – 330 кВ $\alpha = 5$	За схемою «у площині»	0,02	0,06	0,13
		За схемою «у трикутник»	0,14	0,26	0,37

[illegible]