

МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ

**ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

**РОЗДІЛ 3
ЗАХИСТ І АВТОМАТИКА**

Глава 3.4 Вторинні кола

Видання офіційне

Київ 2015

ПЕРЕДМОВА

- 1. ЗАМОВЛЕНО:** Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
- 2. РОЗРОБЛЕНО:** Відокремлений підрозділ «Науково-технічний центр електроенергетики» державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго»
- 3. РОЗРОБНИКИ:** А. Квицинський (керівник розробки), І. Майстренко, В. Мартинюк (відповідальний виконавець), В. Молчанов, І. Петренко, В. Сантоцький, В. Стафійчук
- 4. ВНЕСЕНО:** Відділ нормативно-технологічного забезпечення роботи електричних мереж та станцій Департаменту електроенергетичного комплексу Міненерговугілля України, К. Новиков
- 5. УЗГОДЖЕНО:** Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України

**6. ЗАТВЕРДЖЕНО
ТА НАДАНО
ЧИННОСТІ:**

Наказ Міненерговугілля України
від 13 листопада 2015 р. № 726

7. НА ЗАМІНУ

Глави 3.4 розділу 3 «Правил
устройства электроустановок»,
затвердженої Головтехуправ-
лінням Міненерго СРСР
3 червня 1980 р.

**8. ТЕРМІН
ПЕРЕВІРКИ:**

2020 р.

Право власності на цей документ належить державі.

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

© Міненерговугілля України, 2015



МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

НАКАЗ

«13» 11. 2015

м. Київ

№ 726

Про внесення змін та доповнень
до розділу 3 Правил улаштування
електроустановок

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 3. Захист і автоматика Правил улаштування електроустановок, виклавши глави 3.3. та 3.4. (далі – глави 3.3. та 3.4. розділу 3 ПУЕ), у редакції, що додається.

2. Глави 3.3. та 3.4. розділу 3 ПУЕ набувають чинності через 90 днів після дати підписання цього наказу.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Котельников О.О.) у встановленому порядку внести глави 3.3. та 3.4. розділу 3 ПУЕ до реєстру бази даних нормативних документів Міненерговугілля України.

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

видання необхідної кількості примірників глав 3.3. та 3.4. розділу 3 ПУЕ відповідно до замовлень;

подальший науково-технічний супровід впровадження глав 3.3. та 3.4. розділу 3 ПУЕ.

5. З дня набрання чинності главами 3.3. та 3.4. розділу 3 ПУЕ визнати такими, що втратили чинність, глави 3.3. та 3.4. Розділу 3 Правил устрою електроустановок.

6. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Светеліка О.Д.

Міністр



В. Демчишин

ЗМІСТ

	С.
3.4.1 Сфера застосування	1
3.4.2 Нормативні посилання	1
3.4.3 – 3.4.4 Терміни та визначення понять	2
3.4.5 Познаки та скорочення	3
3.4.6 – 3.4.33 Загальні вимоги	4
3.4.34 – 3.4.49 Панелі і шафи керування, захисту та автоматики	17
3.4.50 – 3.4.59 Захист вторинних кіл від завад	25

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, що підрозділяються на глави, які унормовують конкретні питання улаштування електроустановок.

Зокрема, у новій редакції викладено главу 3.4 Вторинні кола розділу 3. Захист і автоматика.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 13 листопада 2015 р. № 726

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

РОЗДІЛ 3 ЗАХИСТ І АВТОМАТИКА

Глава 3.4 Вторинні кола

Чинний від 2016-02-11

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

3.4.1 Ця глава Правил поширюється на вторинні кола (кола керування, сигналізації, контролю, вимірювань, автоматики, релейного захисту, обчислювальної техніки, зв'язку, телемеханіки тощо) електроустановок.

Марки проводів і кабелів для вторинних кіл, способи їх прокладання і захисту треба вибирати з урахуванням вимог глав 1.3, 1.4, 2.1, 2.3, 3.1 та 4.2 цих Правил в тій частині, в якій їх не змінено цією главою.

Вимоги цієї глави Правил не поширюються на кола протипожежної сигналізації і автоматики, які треба виконувати відповідно до вимог ДБН В.2.5-56, ГКД 343.000.003.004.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

3.4.2 У цій главі Правил є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ 4499-1:2005 Системи кабельних коробів. Частина 1. Загальні вимоги та методи випробування (ІЕС 61084-1:1991, NEQ)

ДСТУ 4754:2007 Системи кабельних лотків і драбин. Загальні вимоги та методи випробування (ІЕС 61537:2001, MOD)

ДСТУ 4809:2007 Ізольовані проводи та кабелі. Вимоги пожежної безпеки та методи випробування

ДСТУ ІЕС/TR 61000-5-2:2010 Електромагнітна сумісність. Частина 5-2. Настанови щодо встановлення обладнання та притлумлення завад. Уземлювання та прокладання кабелів (ІЕС/TR 61000-5-2:1997, IDT)

ГОСТ 2.709 – 89 ЕСКД Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах (ЕСКД Позначення умовні проводів і контактних з'єднань електричних елементів і ділянок кіл у електричних схемах)

ГОСТ 15845 – 80 Изделия кабельные. Термины и определения (Вироби кабельні. Терміни та визначення)

ДБН В.2.5-56:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи протипожежного захисту

ГКД 343.000.003.004 – 2002 (НАПБ 05.032 – 2002) Інструкція з протипожежного захисту розподільних пристроїв, підстанцій та трансформаторів

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

3.4.3 У цій главі Правил застосовано терміни і визначення позначених ними понять, які встановлено наступними документами:

ГОСТ 15845: кабель, провід;

ДСТУ 4754: система кабельних лотків або система кабельних драбин, кабельна драбина, кабельний лоток;

ДСТУ 4499-1: система кабельних коробів, кабельний короб

3.4.4 У цій главі Правил додатково застосовано такі терміни і визначення позначених ними понять:

вторинні (допоміжні) кола

Сукупність кабелів, проводів та затискачів, які з'єднують пристрої керування, захисту, автоматики, обчислювальної техніки, зв'язку, засоби вимірювань і сигналізації електростанції (підстанції)

випробувальний блок

Блок, призначений для багатополюсного штепсельного рознімання в колах релейного захисту, автоматики та вимірювань

дальнє резервування автоматичних вимикачів

Резервування відмови вимикання автоматичних вимикачів або релейного захисту суміжних елементів розподільної мережі, викликаной зменшенням сили струму короткого замикання по мірі віддалення від джерела живлення, вимиканням автоматичних вимикачів або релейним захистом наступної, ближчої до джерела живлення, ділянки

затискач гвинтовий

Затискач для гвинтового з'єднання електричних провідників з захистом їх від механічних пошкоджень, непередбачуваного погіршення контактного тиску та унеможливлення замикання на корпус

затискач з розмикачем

Затискач, який обладнано керованим вручну контактом з покажчиком стану контактного з'єднання

затискач пружинний

Виконаний із спеціальної пружної сталі затискач для приєднання електричних провідників, який автоматично створює нормоване зусилля стискання відповідно до діаметра (перерізу) струмовідної жили без її пошкодження

приєднання в електричній розподільній установці (приєднання)

Електричне коло (обладнання, шини тощо) одного призначення (найменування, напруги), приєднане до шин розподільної установки (генератора, щита, збірки), яке розміщене в межах одного об'єкта або окремої його частини

ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

3.4.5 У цій главі Правил застосовано такі скорочення:

- АСУТП – автоматизована система управління технологічними процесами;
- АПВ – автоматичне повторне ввімкнення;
- ВРУ – відкрита розподільна установка;
- ЗРУ – закрыта розподільна установка;
- КЗ – коротке замикання;
- КРУ – комплектна розподільна установка;

- КРУЕ – комплектна розподільна установка елегазова;
КТЗАЗ – комплект технічних засобів апаратури зв'язку;
МО – монтажна одиниця;
ОПН – обмежувач перенапруг нелінійний;
ПА – протиаварійна автоматика;
РЗ – релейний захист;
РЗА – релейний захист і автоматика;
РУ – розподільна установка;
РЩ – розподільний щит.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

3.4.6 Робоча напруга вторинних кіл приєднання, яке не має зв'язку з іншими приєднаннями та апаратуру якого розташовано окремо від апаратури інших приєднань, має бути не більшою ніж 1 кВ. У решті випадків робоча напруга вторинних кіл має бути не більшою ніж 500 В.

Кліматичне виконання приєднаних пристроїв і апаратів має відповідати умовам навколишнього середовища і вимогам безпеки.

3.4.7 Заборонено застосовувати кабелі і проводи з алюмінієвими жилами у вторинних колах:

- електростанцій з генераторами потужністю понад 30 МВт;
- розподільних установок (РУ) і підстанцій з вищою напругою 220 кВ і вище, а також РУ і підстанцій, які приєднано до міжсистемних транзитних ліній електропередавання;
- диференційних захистів шин і пристроїв резервування відмови вимикачів напругою 110 кВ і вище, а також засобів системної протиаварійної автоматики;
- технологічних захистів теплових електростанцій;
- з робочою напругою до 60 В за діаметрів жил кабелів і проводів до 1 мм (див. також **3.4.8**);
- пожежо- і вибухонебезпечних зон;
- керування комутаційними апаратами напругою 6 кВ і вище;
- трансформаторів струму та напруги;
- електроприймачів I категорії;
- електроприймачів особливої групи I категорії;

- агрегатів безперебійного живлення;
- автоматизованих дизельних електростанцій;
- установок пожежогасіння і пожежної сигналізації.

На електростанціях і підстанціях для вторинних кіл треба застосовувати проводи і контрольні кабелі з мідними жилами. Кабелі і проводи з алюмінієвими жилами з напівтвердого алюмінію допускається застосовувати у вторинних колах на об'єктах допоміжних споруд електростанцій і підстанцій, які не впливають на виробництво та передачу електричної енергії: очисні, інженерно-побутові споруди, механічні майстерні, котельні тощо.

На промислових підприємствах для вторинних кіл застосовують, як правило, контрольні кабелі з алюмомідними або алюмінієвими жилами з напівтвердого алюмінію. Контрольні кабелі з мідними жилами треба застосовувати тільки у вторинних колах, які розміщено в пожежо- і вибухонебезпечних зонах, у вторинних колах механізмів доменних і конвертерних цехів, головної лінії обтискних і безперервних високопродуктивних прокатних станів.

3.4.8 За умовою механічної міцності проводи і кабелі вторинних кіл мають відповідати таким вимогам:

- жили контрольних кабелів для приєднання під гвинт до затискачів панелей і апаратів повинні мати перерізи, не менші ніж $1,5 \text{ мм}^2$ (а в разі застосування спеціальних затискачів – не менші ніж 1 мм^2) для міді і $2,5 \text{ мм}^2$ – для алюмінію; для струмових кіл – $2,5 \text{ мм}^2$ для міді і 4 мм^2 для алюмінію;

- для невідповідальних вторинних кіл, для кіл контролю і сигналізації допускається приєднання під гвинт кабелів з мідними жилами перерізом 1 мм^2 ;

- у колах з робочою напругою 100 В і вище переріз мідних жил кабелів, які приєднують паянням, має бути не меншим ніж $0,5 \text{ мм}^2$;

- у колах з робочою напругою 60 В і нижче діаметр мідних жил кабелів, які приєднують паянням, має бути не меншим ніж $0,5 \text{ мм}$;

- переріз жил кабелів зовнішніх зв'язків КТЗАЗ, в основному, має бути $0,35 \text{ мм}^2$ або $0,5 \text{ мм}^2$.

Перевагу необхідно віддавати кабелям типу «вита пара» (скручені два проводи) або «вита зірка» (скручені три проводи);

- пристрої зв'язку, телемеханіки і подібні до них треба приєднувати до затискачів під гвинт;

- приєднання однодротових жил (під гвинт або паянням) допускається виконувати лише до нерухомих елементів апаратури;

- приєднання жил до рухомих або знімних елементів апаратури (втичних з'єднувачів, знімних блоків тощо), а також до панелей і апаратів, які піддаються вібрації, треба виконувати гнучкими (багатодрововими) жилами.

3.4.9 Перерізи жил кабелів і проводів мають задовольняти вимогам їх захисту від КЗ без витримки часу, допустимих тривалих струмів згідно з главою 1.3 цих Правил, термічній стійкості (для кіл змінного та постійного струму напругою до 1 кВ, у тому числі від трансформаторів струму, акумуляторної батареї, щита постійного струму та кіл власних потреб, які використовують для РЗА), а також забезпечувати роботу апаратів у заданому класі точності. При цьому треба дотримуватися таких умов:

- 1) навантаження вторинних обмоток вимірювальних трансформаторів, до яких приєднують лічильники і вимірювальні перетворювачі, мають відповідати діапазону значень, для яких унормовано клас точності;

- 2) втрати напруги у вторинних колах трансформатора напруги не мають перевищувати:

- для лічильників електричної енергії і вимірювальних перетворювачів – значень, установлених в **1.5.19** цих Правил;

- для панелей (шаф) релейного захисту та автоматики – 3 %;

- для пристроїв автоматичного регулювання збудження – 1 %;

- для щитових приладів і датчиків, які використовуються для всіх видів вимірювання – 1,5 %.

У разі живлення зазначених навантажень спільними жилами їх переріз має бути вибраним за мінімальною з допустимих норм втрати напруги;

- 3) для кіл оперативного струму втрати напруги від джерела живлення мають становити:

- до панелі пристрою – не більше ніж 10 %;

- до електромагнітів керування, які не мають форсування, – не більше ніж 10 % за найбільшого струму навантаження;

– до електромагнітів керування, які мають трикратне і більше форсування, – не більше ніж 25 % у разі форсованого значення струму.

3.4.10 За вимогами пожежної безпеки вторинні кола електроустановок поділяють на групи:

- кола електричної частини атомних електростанцій;
- кола підстанцій високої (110 кВ і вище) і надвисокої (330 кВ і вище) напруги, КРУЕ, енергоблоків або генераторів одиничною потужністю понад 50 МВт;
- кола підстанцій і РУ середньої (від 6 кВ до 35 кВ) напруги, електростанцій, енергоблоків і генераторів одиничною потужністю до 50 МВт;
- кола решти електроустановок.

У частині пожежної безпеки вторинні кола електроустановок мають відповідати таким вимогам:

- бути стійкими до поширення полум'я в разі одиночного прокладання – відповідно до ДСТУ 4809 (пункт 4.1, таблиця 1);
- бути стійкими до поширення полум'я в разі прокладання в пучках – відповідно до ДСТУ 4809 (пункт 4.2, таблиця 2).

Інші вимоги пожежної безпеки до проводів і кабелів відповідно до ДСТУ 4809 треба зазначати в галузевих вимогах до електрообладнання.

3.4.11 Для зменшення індуктивних опорів жил кабелів розподіл вторинних кіл трансформаторів струму і трансформаторів напруги необхідно виконувати таким чином, щоб сума струмів цих кіл у кожному кабелі дорівнювала нулю.

В одному контрольному кабелі не допускається об'єднувати вимірювальні кола струму та напруги; кола керування з колами вимірювань та сигналізації; кола керування, вимірювань і сигналізації із силовими колами 0,4/0,23 кВ.

Допускається застосовувати спільні кабелі для кіл різних приєднань (за винятком взаємно резервованих кіл і взаємно резервованих приєднань) за умови, що всі жили кабелю мають ізоляцію, яка відповідає найвищій напрузі, застосовуваній у цих електричних колах. При цьому має бути виконано умови із захисту вторинних кіл від імпульсних завад.

3.4.12 У контрольних кабелях, перекладання яких потребує значних трудозатрат, або час відновлення яких має бути

мінімальним, потрібно передбачати резервні жили, кількість яких визначають за проектом, із урахуванням факторів, які сприяють ймовірності пошкодження кабелів, та способу прокладання.

У разі прокладання кабелів у захисних трубах, коробах і пучками на лотках кількість резервних жил має становити 10 % від кількості робочих жил, але не менше однієї жили з урахуванням такого:

1) кількість резервних жил для кабелів з мідними жилами має становити:

- за кількості робочих жил від 2 до 7 – одна резервна жила;
- за кількості робочих жил від 8 до 26 – дві резервні жили;
- за кількості робочих жил понад 27 – три резервні жили;

2) кількість резервних жил для кабелів з алюмінієвими жилами має становити:

- за кількості робочих жил від 4 до 10 – одна резервна жила;
- за кількості робочих жил від 14 до 37 – дві резервні жили;

3) кількість резервних жил для кабелів з алюмомідними жилами має становити:

- за кількості робочих жил від 4 до 10 – одна резервна жила;
- за кількості робочих жил від 14 до 37 – дві резервні жили;
- за кількості робочих жил понад 37 – три резервні жили.

Резервні жили мають бути заізольованими, мати маркування «Резерв» та назву кабелю.

Кабелі треба приєднувати до збірок затискачів.

Кабелі вторинних кіл приєднань 0,4 – 35 кВ треба приєднувати через збірки затискачів, які містять гвинтові або пружинні клєми.

Кабелі вторинних кіл приєднань 110 – 750 кВ треба приєднувати через збірки затискачів, які містять лише гвинтові клєми.

Виконання затискачів має відповідати матеріалу і перерізу жил кабелів.

Кількість затискачів має бути такою, щоб кожна жила всіх кабелів з будь-якого матеріалу приєднувалась до індивідуальної клєми, а також мався деякий експлуатаційний та модернізаційний запас вільних клєм. Щільність збірки затискачів та їх конструкція мають забезпечувати вільне читання маркувальних написів на провідниках, тобто без їхнього відгинання.

Приєднувати дві мідні жили кабелю під один гвинт не рекомендовано, а приєднувати дві алюмінієві жили заборонено.

У місцях приєднання дроти та жили кабелів не мають піддаватися механічному тяжінню.

До виводів трансформаторів струму, трансформаторів напруги, комбінованих трансформаторів або окремих апаратів кабелі дозволено приєднувати безпосередньо.

Виконання затискачів та їх збірок має задовольняти таким вимогам:

- затискаючий вузол клеми має відповідати матеріалу провідника;

- конструкція затискача має містити мінімальну кількість відкритих струмоведучих частин, а конструкція ряду затискачів – унеможливлювати випадкове об'єднання двох поруч розташованих клем через лопатку викрутки. Якщо таку можливість не виключено, треба застосовувати ізоляційні перегородки або пусті затискачі;

- затискні гвинти повинні мати метричну різьбу стандартного кроку, не меншу ніж М3;

- товщина одного затискача (з ізоляцією) має бути не меншою ніж 8 мм;

- вимірювальні затискачі не повинні містити пружинних елементів, які призначено для відведення контактного містка. Місце розриву кола повинне мати можливість візуального контролю та сигнальні елементи, які привертають увагу до положення контактного містка. Потрібно передбачати оперування контактним містком за допомогою викрутки, видалення або фіксацію містка за розімкненого стану клеми.

3.4.13 Дозволено з'єднувати контрольні кабелі з метою збільшення їх довжини, якщо довжина траси перевищує будівельну довжину кабелю. Кабелі, які мають металеву оболонку, треба з'єднувати з установленням герметичних муфт.

Кабелі з неметалевою оболонкою або з алюмінієвими жилами треба з'єднувати на проміжних рядах затискачів або за допомогою спеціальних муфт, призначених для даної марки кабелів.

Місця з'єднань і відгалужень проводів і кабелів (крім прихованого прокладання) мають бути доступними для огляду і ремонту. Ізоляція з'єднань і відгалужень має бути рівноцінною

ізоляції жил проводів та кабелів, які з'єднуються. У місцях з'єднання та відгалужень провідники і кабелі не повинні зазнавати механічних зусиль.

3.4.14 Кабелі вторинних кіл, жили кабелів і проводи, які приєднують до збірок затискачів або апаратів, повинні мати маркування відповідно до ГОСТ 2.709 (див. також **3.4.46**).

3.4.15 У разі прокладання проводів і кабелів по гарячих поверхнях або в місцях, де ізоляція може піддаватися дії масел та інших агресивних середовищ, треба застосовувати спеціальні проводи і кабелі (див. главу 2.1 цих Правил).

Проводи і жили кабелю, які мають несвітлостійку ізоляцію, має бути захищено від дії сонячного випромінювання.

3.4.16 Кабелі вторинних кіл трансформаторів напруги 110 кВ і вище, які прокладають від трансформатора напруги до щита, повинні мати металеву оболонку (броню) або екран, заземлені з обох кінців.

Кабелі, які не мають металевої оболонки (броні) або екрани, допускається застосовувати у вторинних колах трансформаторів напруги, якщо виключена можливість неправильної дії релейного захисту під впливом поздовжніх е.р.с.

Кабелі в колах основних і додаткових обмоток одного трансформатора напруги 110 кВ і вище по всій довжині траси треба прокладати поряд.

У колах приладів і пристроїв, чутливих до електромагнітних завад, треба застосовувати екрановані проводи, а також контрольні кабелі із загальним екраном або кабелі з екранованими жилами.

3.4.17 Проводи та апаратура, які застосовують у вторинних колах, треба розраховувати на напругу відповідно до робочої напруги джерела живлення (або розділового трансформатора), яке живить ці кола.

Опір ізоляції електрично пов'язаних вторинних кіл з робочою напругою, вищою ніж 60 В, відносно землі та між електрично не пов'язаними вторинними колами різного призначення має бути в межах кожного приєднання не нижчим ніж 1 МОм.

Опір ізоляції вторинних кіл з робочою напругою, не вищою ніж 60 В, крім кіл напругою 24 В та нижче, має бути не нижчим ніж 0,5 МОм.

Опір ізоляції вторинних кіл напругою 24 В і нижче та пристроїв на мікроелектронній та мікропроцесорній базі регламентують і вимірюють відповідно до рекомендацій заводу-виробника.

3.4.18 Контроль ізоляції кіл оперативного постійного і змінного струмів треба передбачати на кожному незалежному джерелі (включаючи розділовий трансформатор), яке не має заземлення.

Безперервному контролю ізоляції підлягають усі кола мережі постійного струму, у тому числі і ті, які відокремлено від полюсів опором приймачів, значення яких перевищує поріг спрацьовування пристрою контролю ізоляції.

Пристрій контролю ізоляції має забезпечувати подавання сигналу в разі несиметрії напруг полюсів та в разі зменшення опору ізоляції нижче встановленого значення, а для постійного струму – також вимірювання значення опору ізоляції полюсів.

3.4.18 Мережа оперативного постійного струму повинна мати систему пошуку «землі», яка складається з двох основних частин:

- стаціонарної – для автоматичного виявлення секції шин, на приєднаннях якої виникло зниження ізоляції відносно землі;
- переносної – у вигляді спеціалізованого приладу для ручного пошуку місцезнаходження дефекту ізоляції.

Пристрої пошуку «землі» мають зберігати працездатність за будь-якої зміни комутаційної схеми мережі оперативного постійного струму.

Пристрої контролю ізоляції мають коректно визначати симетричне зниження опору ізоляції полюсів оперативного постійного струму.

Пристрої контролю ізоляції мають забезпечувати передавання інформації про напругу та опір ізоляції полюсів в АСУТП, пристрої реєстрації та звукової сигналізації.

Напругу оперативного постійного струму як між полюсами, так і між кожним полюсом і землею, треба реєструвати за допомогою автоматичних реєструвальних пристроїв.

Спосіб приєднання кабелів розподільної мережі до затисків щита постійного струму має забезпечувати можливість застосування струмових кліщів під час пошуку «землі».

Пристрої контролю ізоляції та пошуку «землі» не повинні вносити в розподільну мережу оперативного постійного струму сигналів, здатних викликати хибні спрацьовування пристроїв РЗА.

Контроль ізоляції допускається не виконувати за нерозгалуженої мережі оперативного струму.

Схеми підключення вторинних кіл до дискретних входів мікропроцесорних пристроїв релейного захисту мають забезпечувати роботу пристроїв контролю ізоляції мережі постійного оперативного струму в разі замикання на землю в цих колах.

3.4.20 Живлення оперативним струмом вторинних кіл кожного приєднання треба виконувати через окремі автоматичні вимикачі.

Захисні апарати мають захищати вторинні кола від струмів короткого замикання (КЗ), перевантаження і бути чутливими до дугових КЗ.

Захисні апарати мають забезпечувати вимикання КЗ у будь-якій точці мережі оперативного струму, які супроводжуються зниженням напруги на збірках постійного оперативного струму глибиною, більшою ніж 80 %, з часом, який не перевищує 40 мс.

Струмо-часові характеристики захисних апаратів мають забезпечувати селективне вимикання в усьому діапазоні можливих значень надструмів.

Дальнє резервування автоматичних вимикачів вторинних кіл приєднань має забезпечуватися дією запобіжників або автоматичних вимикачів, установлюваних перед автоматичними вимикачами на верхньому рівні мережі живлення.

Запобіжники повинні мати датчики стану, а сигнали від них мають відображатися в місцевій індикації та передаватися до системи збирання інформації та АСУТП (за їх наявності).

3.4.21 Живлення оперативним струмом кіл релейного захисту, автоматики і керування вимикачами кожного приєднання слід передбачати через окремі захисні автоматичні вимикачі, не пов'язані з іншими колами.

Мережа оперативного постійного струму має забезпечувати робоче та резервне живлення таких основних електроприймачів:

- пристроїв РЗА;
- пристроїв керування та приводів високовольтних вимикачів;
- пристроїв сигналізації;

- пристроїв протиаварійної автоматики;
- пристроїв зв'язку, які забезпечують передавання сигналів РЗА;
- аварійного освітлення;
- приводів автоматичних ввідних і секційних вимикачів щитів власних потреб.

3.4.22 Збірки (секції) живлення пристроїв РЗА повинні мати окремі вводи від акумуляторної батареї незалежні від кіл живлення інших електроприймачів.

Використовувати спільні захисні комутаційні апарати для кіл живлення пристроїв РЗА і кіл живлення приводів вмикання/вимикання високовольних вимикачів та інших силових електроприймачів заборонено.

Для приєднань напругою 110 кВ і вище, а також для генераторів (блоків) потужністю 60 МВт і більше має бути передбачено роздільне живлення оперативним струмом із окремими автоматичними вимикачами або запобіжниками (від різних акумуляторних батарей, через різні секції щитів постійного струму, різні шафи розподілу оперативного струму) основних і резервних захистів.

Для підвищення надійності живлення оперативним струмом пристроїв РЗА сторін ВН та НН трансформаторних підстанцій треба виконувати роздільним.

Схема організації кіл оперативного струму має забезпечувати можливість переведення пристроїв РЗА з основного джерела живлення оперативним струмом на резервне без перерви живлення пристроїв РЗА.

Для пристроїв РЗА має бути виділено окремі секції шин або збірки на щитах постійного струму та окремі шафи розподілу оперативного струму.

Кола взаємного резервування між збірками щитів постійного струму і шафами розподілу оперативного струму повинні мати два комутаційних та захисних апарати, розміщені в різних шафах.

3.4.23 Пристрої РЗА і керування мають підлягати контролю стану кіл живлення оперативним струмом, який діє постійно. Контроль можна здійснювати за допомогою окремих реле, блок-контактів автоматичних вимикачів кіл живлення, світлових індикаторів або апаратів, які передбачають для контролю справності кола для наступної операції комутаційних апаратів з дистанційним керуванням.

Контроль справності кіл для подальшої операції як увімкнення, так і вимкнення, треба здійснювати на всіх вимикачах 110 – 750 кВ. На вимикачах 6 – 35 кВ контроль справності кола вимкнення треба здійснювати у всіх випадках, а контроль справності кола увімкнення – на вимикачах відповідальних елементів, які вмикаються під дією пристроїв автоматичного введення резерву (АВР) або телекерування та на короткозамикачах.

Схемні виконання кіл приводів вимикачів на етапі їх виготовлення має забезпечувати можливість контролю справності кіл вимкнення та увімкнення.

3.4.24 В електроустановках, як правило, має бути забезпечено автоматичне подавання сигналу про порушення нормального режиму роботи і про виникнення будь-яких несправностей. Перевірку справності цієї сигналізації має бути передбачено періодичним її випробуванням.

В електроустановках, які працюють без постійного чергування персоналу, має забезпечуватися подавання сигналу до пункту перебування персоналу.

Схему сигналізації спрацювання захистів треба виконувати таким чином, щоб оперативний персонал до розшифрування протоколів засобів реєстрації чітко міг визначити, які захисти спрацювали першими (технологічні чи пристрої релейного захисту і протиаварійної автоматики) та в якій послідовності.

3.4.25 Кола оперативного струму, в яких можлива помилкова робота різних пристроїв від імпульсних перенапруг, зумовлених роботою блискавкозахисту, комутаційних апаратів або короткими замиканнями у високовольних розподільних пристроях, повинні мати пристрої захисту від перенапруг.

У щитах постійного струму для захисту від перенапруг застосовують, як правило, кремнієві діоди, які підключають через запобіжники між кожним із полюсів та землею. Номінальний струм діодів має бути не меншим ніж 160 А. Значення струму витоку діодів протягом терміну експлуатації не має перевищувати допустимих значень, обумовлених нормованими значеннями опорів полюсів мережі постійного струму відносно землі (див **3.4.17**).

3.4.26 Заземлення у вторинних колах трансформаторів струму треба передбачати в одній точці на найближчій від трансформаторів струму збірці затискачів або на затискачах трансформаторів струму.

Для захистів, які об'єднують декілька комплектів трансформаторів струму, заземлення треба передбачати в одній точці; у цьому разі допускається заземлення через пробивний запобіжник з пробивною напругою, не вищою ніж 1 кВ, і з шунтувальним опором 100 Ом для стікання статичного заряду.

Вторинні обмотки проміжних розділових трансформаторів струму допускається не заземлювати.

3.4.27 Вторинні обмотки трансформатора напруги треба заземлювати з'єднанням нейтральної точки або одного з кінців обмотки із заземлювальним пристроєм.

Заземлення вторинних обмоток трансформатора напруги має бути виконаним, як правило, на найближчій від трансформатора напруги збірці затискачів або на затискачах трансформатора напруги.

Допускається об'єднувати вторинні заземлювані кола декількох трансформаторів напруги одного розподільного пристрою, загальною заземлювальною шинкою. Якщо згадані шинки належать до різних розподільних пристроїв і їх розташовано в різних приміщеннях (наприклад, релейні щити розподільних пристроїв різної напруги), то ці шинки, як правило, не треба з'єднувати між собою.

Для трансформаторів напруги, які використовують як джерела оперативного змінного струму, якщо не передбачається робоче заземлення одного з полюсів мережі оперативного струму, захисне заземлення вторинних обмоток трансформаторів напруги треба виконувати через пробивний запобіжник.

3.4.28 Трансформатори напруги мають бути захищено від КЗ у вторинних колах автоматичними вимикачами. Автоматичні вимикачі треба встановлювати у всіх незаземлених провідниках після збірки затискачів, за винятком кола нульової послідовності (розімкненого трикутника) трансформаторів напруги в мережах з великими струмами замикання на землю.

Для нерозгалужених кіл напруги автоматичні вимикачі допускається не встановлювати.

У вторинних колах трансформатора напруги має бути забезпечено можливість створення видимого розриву (рубильники, роз'ємні з'єднувачі, тощо).

Установлювати пристрої, якими може бути викликано розрив провідників між трансформатором напруги і місцем заземлення його вторинних кіл, заборонено.

3.4.29 На трансформаторах напруги, установлених у мережах з малими струмами замикання на землю без компенсації ємнісних струмів (наприклад, на генераторній напрузі блока генератор-трансформатор, на напрузі власних потреб електростанцій та підстанцій), за необхідності треба передбачати захист від перенапруги в разі самовільних зміщень нейтралі та в разі виникнення ферорезонансу.

Для запобігання зсуву нейтралі необхідно в колі додаткової обмотки «розімкнений трикутник» трансформатора напруги встановлювати резистор 25 Ом, розрахований на тривале проходження струму 4 А.

Не дозволено встановлювати резистор у колі додаткової обмотки трансформаторів напруги типів НАМИ та ЗНМИ.

3.4.30 У вторинних колах трансформаторів напруги 110 кВ і вище має бути передбачено резервування від іншого трансформатора напруги з ручними переведенням кіл на інший трансформатор напруги.

У разі перефіксації приєднань роз'єднувачами на іншу систему шин має забезпечуватися автоматичне перемикання живлення кіл напруги пристроїв РЗА на трансформатор напруги цієї системи шин.

3.4.31 Трансформатори напруги мають підлягати контролю справності кіл напруги.

Релейний захист, кола якого живляться від трансформаторів напруги, має бути обладнано пристроями, які:

- автоматично виводять захист із дії в разі вимкнення автоматичних вимикачів, перегорання запобіжників та інших порушень кіл напруги (якщо ці порушення можуть призвести до помилкового спрацьовування захисту в нормальному режимі) та сигналізують про порушення цих кіл;

- сигналізують про порушення кіл напруги, якщо ці порушення не призводять до помилкового спрацьовування захисту в умовах нормального режиму, але можуть призвести до зайвого спрацьовування в інших умовах (наприклад, у разі КЗ поза захищеною зоною).

Незалежно від наявності або відсутності в колах захисту зазначених пристроїв має бути передбачено подавання сигналу:

- у разі вимкнення автоматичних вимикачів – за допомогою їх допоміжних контактів;

- у разі порушення роботи реле-повторювачів шинних роз'єднувачів – за допомогою пристроїв контролю обриву кіл керування і реле-повторювачів;

- для трансформаторів напруги, у колі обмоток вищої напруги яких встановлено запобіжники, у разі порушення цілості запобіжників – за допомогою пристроїв контролю справності кіл напруги.

3.4.32 Для контролю увімкненого стану автоматичних вимикачів, встановлених у колах вторинних обмоток трансформатора напруги, який використовується в схемах релейного захисту, АПВ, протиаварійної автоматики та телекерування, треба застосовувати швидкодійні реле-повторювачі. Реле-повторювачі повинні мати окреме живлення і підключатися через окремі автоматичні вимикачі з обов'язковим контролем обриву кіл живлення.

У разі порушення роботи реле-повторювачів має бути передбачено сигнали від пристрою контролю обриву кіл керування, допоміжних контактів автоматичного вимикача живлення кіл керування та самих реле-повторювачів.

3.4.33 У місцях, які піддаються струсам і вібраціям, має бути вжито заходів проти порушення контактних з'єднань проводів, помилкового спрацьовування реле, а також проти передчасного зношування апаратів і приладів.

ПАНЕЛІ І ШАФИ КЕРУВАННЯ, ЗАХИСТУ ТА АВТОМАТИКИ

3.4.34 Монтаж кіл постійного і змінного струму в межах щитових пристроїв (панелі, пульти, шафи, ящики тощо), а також внутрішніх схем з'єднань приводів вимикачів, роз'єднувачів та інших пристроїв за умовами механічної міцності має бути виконано проводами або кабелями з мідними жилами перерізом, який відповідає вимогам **2.1.14** цих Правил.

Механічні навантаження на місця приєднання до збірок затискачів і паяння проводів не допускаються.

Для переходів дверцята пристроїв має бути обладнано мідними багатодротовими проводами перерізом, не меншим ніж $0,5 \text{ мм}^2$; допускається також застосовувати проводи з мідними однодротовими жилами перерізом, не меншим ніж $1,5 \text{ мм}^2$, за умови, що джгут проводів працює лише на кручення.

Перерізи проводів щитових пристроїв та інших виробів заводського виготовлення визначають за вимогами їх захисту від КЗ без витримки часу та допустимими струмовими навантаженнями згідно з главами 1.3 і 2.1 цих Правил, а для кіл, які йдуть від трансформаторів струму, крім того, і термічною стійкістю відповідно до вимог глави 1.4 цих Правил.

Застосовувати проводи і кабелі з алюмінієвими жилами для внутрішнього монтажу щитових пристроїв заборонено.

3.4.35 Панелі (шафи) повинні мати написи з обслуговуваних боків, які вказують приєднання, до яких належить панель, її призначення, порядковий номер панелі (шафи) в щиті, а встановлена на панелях, у шафах апаратура повинна мати написи або маркування згідно зі схемами з лицьового та зворотнього боків.

3.4.36 З'єднання апаратів між собою в межах однієї панелі треба виконувати, як правило, безпосередньо без виведення з'єднувальних проводів на проміжні затискачі.

На затискачі або випробувальні блоки має бути виведено кола, в які потрібно вмикати випробувальні та перевірні апарати і прилади.

Не рекомендовано передбачати на рядах затискачів перемикання кіл, яке потрібне для зміни режиму роботи пристрою. Це треба виконувати згідно з **3.2.33** та **3.4.39** оперативно окремими апаратами.

3.4.37 Затискачі потрібно встановлювати лише там, де:

- провід переходить у кабель;
- об'єднуються однойменні кола (збірка затискачів кіл вимкнення, кіл напруги тощо);
- потрібно вмикати переносні випробувальні та вимірювальні апарати, якщо немає випробувальних блоків або аналогічних пристроїв;
- декілька кабелів переходить у один кабель або перерозподіляються кола різних кабелів (див. також **3.4.13**).

3.4.38 Затискачі, які належать до різних приєднань або пристроїв, має бути виділено в окремі збірки затискачів.

На рядах затискачів не можна розташовувати безпосередньо близько один від одного затискачі, випадкове з'єднання яких може викликати дію на керування первинним обладнанням, дію на інші пристрої РЗА, що в свою чергу викликає дію на первинне обладнання або КЗ в колах оперативного струму чи в колах збудження (див. також вимогу **3.4.42**).

У шафах РЗА і ПА приєднань 110 кВ і вище розводка кіл «+» та «-» власного оперативного струму має бути кільцевою (починатися від першого затискача еквіпотенційної збірки і повертатися на останній, обходячи усі апарати на панелі).

У разі розміщення на панелі (у шафі) апаратури, яка належить до різних видів захистів або інших пристроїв одного приєднання, подавання живлення від полюсів оперативного струму через збірки затискачів, а також розведення цих кіл по панелі має бути виконано незалежно для кожного виду захистів або пристроїв.

Кожен пристрій РЗА і ПА повинен мати перемикальний пристрій, який комутує кола дії на первинне обладнання або на інші пристрої, які у свою чергу здатні діяти на первинне обладнання. Ці пристрої повинні бути розташовані на лицьовому боці панелі (шафи), створювати видимий розрив кіл, мати контроль положення пристрою і конструкцію, яка дає змогу оперативному персоналу за допомогою спеціальних індикаторів виконувати вимірювання потенціалів на його контактах перед їх замиканням.

Якщо в колах вимкнення від окремих комплектів захистів не передбачено накладок або випробувувальних блоків, то приєднання цих кіл до вихідного реле захисту або кіл вимкнення вимикача треба виконувати через окремі затискачі з розмикачами збірки затискачів; при цьому з'єднання по панелі зазначених кіл треба виконувати незалежно для кожного виду захистів.

3.4.39 Для проведення експлуатаційних перевірок і випробувань у колах РЗА треба передбачати випробувальні блоки або затискачі з розмикачами, які забезпечують можливість попереднього закорочування струмових кіл приєднання випробувальних апаратів для перевірки і налагодження пристроїв

без від'єднання проводів і кабелів, вимкнення від джерела оперативного струму, трансформаторів напруги і трансформаторів струму.

Пристрої РЗА, які періодично виводять з роботи за вимогами режиму мережі, умовами селективності та з інших причин, повинні мати спеціальні перемикальні пристрої для виведення їх з роботи оперативним персоналом.

3.4.40 Збірки затискачів, допоміжні контакти вимикачів і роз'єднувачів і апарати треба встановлювати, а заземлювальні провідники вмонтовувати таким чином, щоб було забезпечено доступність і безпеку обслуговування збірок і апаратів вторинних кіл без зняття напруги з первинних кіл напругою, вищою ніж 1 кВ.

3.4.41 Для прокладання проводів і жил кабелів всередині шаф керування, захисту і автоматики потрібно застосовувати кабельні коробки (лотки, драбини тощо). Виконання монтажу у вигляді джгутів не рекомендовано, за винятком ділянок, які прямують до окремого апарату.

Для виконання внутрішнього монтажу панелей (шаф) у коробах треба застосовувати одножильний дріт перерізом, не меншим за 1,5 мм², або гнучкий багатожильний дріт перерізом, не меншим за 1,0 мм², для оперативних кіл, і 2,5 мм² та 1,5 мм² відповідно для кіл змінного струму і напруги. Затискати необроблені кінці гнучких дротів дозволено лише в затискні вузли клем та апаратів пуансонного типу.

Оброблення кінців багатожильних дротів має бути виконано гільзовими або кільцевими наконечниками такого типорозміру, який відповідає затискачам апарату. Дозволено виконувати лудіння кінців для придання їм штирьового або кільцевого вигляду.

Кріпити провідники (джгути) безпосередньо до металевих елементів конструкції шафи без застосування додаткової ізоляції в місці кріплення заборонено.

Кола вимірювальних трансформаторів потрібно прокладати окремо від решти вторинних кіл.

У нижній зоні панелі (шафи) на рівні близько 250 мм від підлоги потрібно передбачати вільну зону для підведення кабелів.

Проходи кабелів всередині панелей (шаф) потрібно виконувати за допомогою ущільнювальних пристроїв, виконаних

з негорючого матеріалу, які запобігають потраплянню всередину пилу, вологи, гризунів, сторонніх предметів тощо.

Конструкція шаф має забезпечувати відведення тепла, яке утворюється всередині, без застосування примусової вентиляції шафи. Тепловий розрахунок шафи має передбачати можливість тривалої роботи шафи в умовах непрацездатного стану системи кондиціонування приміщення, де вона буде експлуатуватися. Шафи повинні мати суцільні бічні панелі з металу, навіть якщо їх установлюють в один ряд, та ущільнення в місцях заведення кабелів (як знизу, так і в разі застосування стельових кабельних конструкцій).

Для шаф, усередині яких монтують МП РЗА, необхідно передбачати вентиляційні отвори у верхній та нижній частинах задніх дверей.

3.4.42 Ряди затискачів треба встановлювати таким чином, щоб була вільною зона, достатня для прокладання та кріплення кабелів.

Ряди затискачів формують з набірних затискачів на струми від 16 до 40 А для під'єднання жил контрольних кабелів і внутрішніх проводів. Конструкція затискача (клеми) має забезпечувати можливість зняття і заміни без розбирання ряду затискачів та унеможливлувати випадкове замикання рядом розміщених клем або дотик до клем, які перебувають під напругою.

Під кожен гвинт затискача з боку панелі чи з боку кабелю можна приєднувати лише один дріт.

До одного затискача в разі застосування двоярусних затискачів можна приєднувати не більше двох провідників (жил) одного перерізу з кожного боку клемного затискача (див. також **3.4.12**).

3.4.43 У шафах РЗА треба застосовувати затискачі з розмикачами, пружинні і гвинтові з'єднувальні та/або вимірювальні (випробувальні) затискачі.

На панелях (шафах) РЗА приєднань 0,4 – 35 кВ треба застосовувати затискачі, які виконують функції прохідних і вимірювальних клем. У технічно обґрунтованих випадках для зазначених приєднань дозволено застосовувати затискачі з розмикачами.

На панелях (шафах) РЗА приєднань 110 – 750 кВ треба застосовувати лише прохідні і вимірювальні затискачі.

Затискачі з розмикачами використовують, як правило, для приєднання провідників у випадках, коли застосування вимірювальних блоків утруднене з огляду на їх значну кількість (кола сигналізації, вихідні кола релейного захисту, кола телесигналізації і телевимірювань).

З'єднувальні (місткові) затискачі застосовують для з'єднання:

- жил зовнішнього кабелю і внутрішнього провідника, який йде до апарата;

- жил контрольних кабелів (транзитних кіл);

- апаратів, установлених у шафі (на різних поверхнях шафи, або які відносяться до різних функціональних груп, або монтажних одиниць (МО)).

За необхідності створення еквіпотенційного вузла затискачі об'єднують за допомогою контактного містка.

Вимірювальні (випробувальні) затискачі застосовують для:

- струмових кіл;

- забезпечення зручності експлуатації (у колах напруги, оперативного струму і увімкнення і вимкнення, які йдуть безпосередньо до приводу вимикача);

- вихідних кіл релейного захисту, якщо в них не передбачено пристроїв перемикачання (перемикачі, накладки, блоки тощо);

- кіл телесигналізації, які йдуть безпосередньо до панелі телесигналізації, і кіл телевимірювання;

- кіл реєстрації, сигналізації, збору інформації.

Для візуального поділу кіл або для електричного розділення сусідніх затискачів застосовують розділювальні пластини.

Ряди затискачів на панелях (шафах) має бути розташовано таким чином, щоб було забезпечено можливість читання маркування дротів з обох боків клем та контролю положення контактних містків та перемичок. Розташування апаратів та кабелів не має заступати клем або унеможлилювати роботи на них.

3.4.44 У ряді затискачів потрібно передбачати маркувальні колодки для нанесення номера МО і її буквеного коду, найменування МО або функціонального призна-чення кіл. Напис на маркувальній колодці виконують не більше ніж у два рядки, кількість знаків у кожному рядку має бути не більше дванадцяти. Кожен напис займає одну цілу колодку. Колодки обов'язково треба передбачати на початку ряду; їх також

можна встановлювати в будь-якому місці всередині ряду, якщо це потрібно для розрізнення призначення кіл.

На початку і наприкінці клемного ряду монтують кінцеві фіксатори.

3.4.45 Ряди затискачів формують вертикально і розташовують на лівій і правій бічних стінках шафи за видом з боку монтажу. За проектного обґрунтування допускається горизонтальне розташування затискачів.

Максимальну кількість затискачів у одному вертикальному ряду визначають за корисною висотою шафи і типом застосованого затискача. Межі корисної висоти в разі вертикального розташування затискачів, як правило, мають бути: верхня – не вищою ніж 2100 мм; нижня – не нижчою ніж 300 мм від рівня підлоги. Кількість затискачів у ряду визначають за їх шириною.

У разі розміщення в шафі двох МО з однаковим функціональним призначенням відносно вертикальної осі шафи ряди затискачів цих МО треба розміщувати на різних бічних стінках. Якщо під час розміщення ряду затискачів однієї з МО на бічній стінці шафи максимально можлива кількість затискачів виявилася недостатньою, то можна продовжити розміщення цього ряду на іншій. У цьому разі на початку ряду затискачів на іншій бічній стінці обов'язково встановлюють маркувальну колодку.

Кола керування вимикачами через основні і дублюючі електромагніти треба розташовувати на різних бічних стінках.

Затискачі всередині ряду треба розташовувати з урахуванням розміщення апаратів, тобто з верхньої частини ряду затискачів проводи треба прокладати до верхніх апаратів, а з нижньої – до нижніх апаратів.

У межах однієї шафи (за винятком шаф з однаковими МО) нумерацію виконують наскрізною, починаючи з одиниці, рахуючи зверху вниз. Відлік клем починають з лівої бічної стінки.

Допускається окремо нумерувати затискачі для кожної МО шафи (якщо МО однакові).

3.4.46 На кінцях провідників, які приєднують до апаратів або затискачів, розміщують маркування XX/XXX - XXXX, яке означає:

- XX – позначення елемента, від якого відходить провід;
- XXX – позначення елемента, до якого приходить провід;

– XXXX – маркування затискача, до якого приєднують провід, або позначення проводу.

Маркування наносять на маркувальні бірки з ізоляційного матеріалу.

Кола з однаковими марками з'єднують між собою в шафі і виводять на ряд затискачів, якщо це потрібно, від апарату, найближчого до ряду затискачів.

3.4.47 У шафах, де розташовано декілька окремих захистів, живлення яких здійснюється від загального джерела оперативного постійного струму, під'єднувати кожний захист до джерела треба окремо через ряд затискачів.

3.4.48 Кола в сусідніх рядах затискачів, перемикання яких може призвести до вимикання основного обладнання або короткого замикання, мають бути розділеними. Для унеможливлення помилкових операцій у разі випадкового перемикання сусідні клеми необхідно розділяти вільними затискачами, перегородками або проміжними колами. До таких проміжних кіл відносяться:

– кола «+» оперативних ланцюгів і ланцюги вмикання або вимикання;

– кола «+» і «-» оперативного струму;

– кола різного функціонального призначення (струмові, напруги, оперативні, сигналізації).

3.4.49 За можливості треба дотримуватися такої послідовності розміщення кіл у рядах затискачів:

– струмові кола (фази А, В, С, N) в межах кожної групи трансформаторів струму;

– транзитні струмові кола;

– кола напруги (фази А, В, С, N, H, U, K, F) в межах кожного трансформатора напруги;

– кола оперативного струму: «+», проміжні кола «+», кола вмикання, кола вимикання, проміжні кола «-»;

– вихідні контакти

– кола сигналізації: «+», кола реєстрації, допоміжні шинки, проміжні кола сигналізації, «-»;

– кола телемеханіки.

Передбачати транзитні оперативні кола через панель (шафу) заборонено.

ЗАХИСТ ВТОРИННИХ КІЛ ВІД ЗАВАД

3.4.50 Розподільні та групові лінії, що використовуються для живлення мікропроцесорних пристроїв РЗА, установлених у розподільних пристроях (ЗРУ, ВРУ, КРУЕ, КРУ), треба виконувати екранованими кабелями.

Застосування неекранованих кабелів має бути обґрунтовано розрахунками.

3.4.51 Живлення пристроїв РЗА на електромеханічній базі та на мікроелектронній базі необхідно виконувати від різних фідерів мережі живлення.

Не рекомендовано підключати до однієї панелі (збірки) щита постійного струму кола живлення пристроїв, чутливих до перенапруг і високочастотних завад (мікропроцесорні пристрої РЗА, пристрої зв'язку тощо), та кола, які виходять за межі приміщення (кола приводів вмикання/вимикання високовольтичних вимикачів).

У пристроях РЗА для захисту від імпульсних завад необхідно використовувати захисні засоби (RC-кола, діоди, варистори тощо). Застосування зазначених засобів не має впливати на корисний сигнал і знижувати надійність роботи РЗА.

3.4.52 Кола живлення змінним струмом пристроїв, чутливих до електромагнітних завад (РЗА, АСУ ТП, телемеханіки, системи зв'язку тощо), треба виконувати окремими розподільними лініями (фідерами).

Для живлення пристроїв РЗА, АСУТП, телемеханіки та інших відповідальних споживачів необхідно використовувати джерела безперебійного живлення з подвійним перетворенням і фільтрами для притлумлення високочастотних та імпульсних завад.

3.4.53 У разі прокладання кабелів вторинних кіл з метою зниження рівня дії електромагнітних, радіочастотних, магнітних завад на цифрові пристрої РЗА і АСУТП необхідно виконувати такі вимоги:

1) силові кабелі і кабелі вторинних кіл потрібно, за можливості, прокладати по різних трасах;

2) у разі прокладання їх по одній трасі відстань між ними має бути не меншою ніж:

- 0,45 м – для кабелів з колами напругою до 220 В;
- 0,6 м – для кабелів з колами напругою до 380 В;
- 1,2 м – для кабелів напругою до 6 – 10 кВ.

Застосовувати для внутрішнього освітлення панелей (шаф), які містять мікроелектронні або мікропроцесорні пристрої, люмінесцентні лампи (незалежно від типу пускорегулювальної апаратури) заборонено.

3.4.54 Вибір траси для прокладання кабелів вторинних кіл потрібно виконувати згідно з вимогами глави 4.2 цих Правил таким чином, щоб розрахунковий рівень завад мав найменше значення. З цією метою траси кабелів вторинних кіл треба розташовувати в безпосередній близькості від горизонтальних заземлювачів на можливо максимальній довжині.

За необхідності вздовж кабельних трас прокладають додаткові горизонтальні заземлювачі.

3.4.55 Траси кабелів вторинних кіл треба прокладати на відстані, не меншій ніж 10 м від основ (фундаментів, опор) з вентильними розрядниками, ОПН і блискавковідводами.

Допускається зменшувати зазначену відстань до 5 м, при цьому між фундаментами і кабелями необхідно прокладати додатковий поздовжній заземлювач довжиною, не меншою ніж 15 м на відстані 0,5 м від кабельної траси. Зазначений поздовжній заземлювач треба розташовувати симетрично відносно фундаменту і з'єднувати із заземлювальним пристроєм по кінцях та в місці перетину з іншими горизонтальними заземлювачами.

3.4.56 Металеву оболонку (броню) кабелю вторинних кіл треба заземлювати з обох кінців кабелю. При цьому приєднання металевої оболонки (броні) до заземлювального пристрою треба виконувати в місці введення кабелю в приміщення РЩ, а також у місцях кінцевих розробок кабелів.

Екрани з фольги заземлюють лише в місцях кінцевих розробок кабелю з обох сторін відповідно до ДСТУ ІЕС/ TR 61000-5-2. Заземлення екранів виконують шляхом приєднання до заземлювальної поверхні затискача, яким охоплюється та стискається екрануюча фольга, загорнена на оболонку кабелю.

Заземлення екрана кабелю повинно мати достатню механічну міцність, що дозволяє під час експлуатації неодноразово від'єднувати і приєднувати екрануючий провідник. Приєднання заземлень екранів кабелів до контуру заземлення має бути гвинтовим. Заземлювальні провідники мають бути маркованими відповідно до назв кабелів.

Резервні жили контрольних кабелів, які виходять з приміщення, треба заземлювати.

3.4.57 У разі прокладання кабелів вторинних кіл в металевих коробах (лотках, кабельних драбинах) останні заземлюють по кінцях та в проміжних точках з кроком 5 – 10 м.

3.4.58 Для зв'язку технічних засобів АСУ ТП, які знаходяться в різних приміщеннях або кабельні траси яких проходять через РУ, як правило, необхідно застосовувати оптоволоконні кабелі. При цьому кабелі треба вибирати відповідно до умов прокладання (внутрішнє, зовнішнє).

Під час вибору оптоволоконних кабелів для внутрішнього прокладання необхідно передбачати їх захист від пошкоджень гризунами.

3.4.59 Для всіх шаф вторинних кіл зовнішнього встановлення необхідно передбачати антиконденсатне обігрівання.

У шафах, панелях, у приміщеннях релейних щитів або інших місцях, де є можливість пошкодження вторинних кіл гризунами, треба вживати додаткових заходів щодо їх появи або їх знищення.