

РОЗДІЛ 4

РОЗПОДІЛЬНІ УСТАНОВКИ І ПІДСТАНЦІЇ

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 598

ГЛАВА 4.1 РОЗПОДІЛЬНІ УСТАНОВКИ НАПРУГОЮ ДО 1,0 кВ ЗМІННОГО СТРУМУ І ДО 1,5 кВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

4.1.1 Ця глава Правил поширюється на зовнішні і внутрішні розподільні установки і низьковольтні комплектні установки напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму загального призначення.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, які вжито в цій главі*, та визначення позначених ними понять:

4.1.2 електрична розподільна установка (РУ)

Електроустановка, призначена для приймання та розподілу електричної енергії однієї напруги пристроями керування та захисту.

Примітка. Згідно з ДСТУ 3429-96 «Електрична частина електростанції та електричної мережі. Терміни та визначення» до пристроїв керування належать апарати разом із з'єднувальними елементами, які забезпечують контроль, вимірювання, сигналізацію та виконання команд

4.1.3 низьковольтна комплектна установка (НКУ)

Сукупність низьковольтних комутаційних апаратів і пристроїв керування, вимірювання, сигналізації, захисту, електромагнітного блокування, автоматики,

* Див. також главу 4.2.

регулювання та освітлення з усіма внутрішніми електричними і механічними з'єднаннями, змонтованих на єдиній конструктивній основі у вигляді щитів, шаф, пультів, шинних приєднань тощо

4.1.4 головне (первинне) коло НКУ

Усі струмопровідні частини НКУ, які увімкнено в коло, призначене для передавання та розподілу електричної енергії

4.1.5 допоміжне (вторинне) коло НКУ

Усі струмопровідні частини НКУ, які увімкнено в коло, призначене для керування, вимірювання, сигналізації, захисту, електромагнітного блокування, регулювання, оброблення і передавання інформації тощо, і які не є головним колом

4.1.6 кабельний увід НКУ

Елемент конструкції НКУ з отворами, які забезпечують введення кабелів.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.1.7 Вибір проводів, шин, апаратів, приладів і конструкцій необхідно здійснювати як за нормального режиму роботи (відповідність робочій напрузі і струму основних і допоміжних кіл, частоті мережі, заданому класу точності, умовам експлуатації тощо), так і за умов роботи в разі короткого замикання з урахуванням термічних і динамічних впливів, комутаційної спроможності.

4.1.8 РУ і НКУ повинні мати чіткі написи з боків обслуговування, які вказували б на призначення окремих приєднань і панелей, а встановлені на панелях прилади та апарати – написи або маркування відповідно до схем, за якими виготовляли установку.

4.1.9 Частини РУ, які належать до кіл різного виду струму і різних напруг, слід виконувати і розташовувати так, щоб було забезпечено можливість їх чіткого розпізнавання.

4.1.10 Взаємне розташування фаз і полюсів у межах усієї електроустановки має бути однаковим. Шини повинні мати фарбування, передбачене главою 1.1 цих Правил. На струмопровідних частинах головного кола РУ в разі відсутності стаціонарних захисних пристроїв заземлень забезпечують можливість установлення переносних захисних заземлень.

4.1.11 Усі металеві частини РУ мають бути пофарбованими або мати антикорозійне покриття.

4.1.12 Захист від ураження електричним струмом має відповідати вимогам глави 1.7 цих Правил.

УСТАНОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ І АПАРАТІВ

4.1.13 Прилади та апарати, якими комплектують РУ і НКУ, мають відповідати вимогам державних стандартів та інших нормативних документів. Також вони мають відповідати конструктивному виконанню РУ і НКУ (наприклад, відкритому або закритому), номінальним значенням напруги і струму, комутаційній спроможності тощо.

4.1.14 Прилади та апарати необхідно розташовувати на конструкції так, щоб можна було забезпечувати безпеку обслуговування і зручний доступ до них. Іскри та електричні дуги, які можуть виникати в приладах і апаратах під час експлуа-

тації, не повинні завдавати шкоди виробничому (електротехнічному) персоналу та оточуючим предметам, а також не повинні призводити до виникнення короткого замикання чи замикання на землю або до пожежі в електроустановці.

Прилади та апарати в будівлях і спорудах встановлюють відповідно до проектною документації, затвердженої в установленому порядку.

4.1.15 Апарати рубильникового типу необхідно встановлювати так, щоб вони не могли замикати коло самовільно, під дією сили ваги. Рухомі струмопровідні частини їх у вимкненому стані не повинні бути під напругою.

4.1.16 Рубильники з безпосереднім ручним керуванням (без приводу) і вимикачі навантаження, які призначено для вмикання і вимикання струму навантаження та які мають контакти, звернені до оператора, треба захищати неспалимими оболонками без отворів і щілин. Вищезазначені рубильники і вимикачі навантаження дозволено встановлювати відкрито за умови, що вони будуть недосяжними для невиробничого персоналу.

4.1.17 На фасадних панелях приводів комутаційних апаратів, шаф повинні бути чітко зазначені положення «увімкнуто» і «вимкнуто».

4.1.18 Треба передбачати можливість зняття напруги з кожного автоматичного вимикача на час його ремонту або демонтажу. Для цього в необхідних місцях треба встановлювати рубильники або інші апарати для зняття напруги.

Апарати для зняття напруги перед вимикачем кожної лінії, яка відходить від РУ, не треба передбачати в електроустановках:

- з висувними вимикачами;
- із стаціонарними вимикачами, в яких на час ремонту або демонтажу вимикача допускається знімати напругу за допомогою спільного апарата з групи вимикачів або з усієї РУ;
- із стаціонарними вимикачами, якщо забезпечено можливість безпечного демонтажу їх під напругою за допомогою ізольованого інструмента.

4.1.19 Різьбові (пробкові) запобіжники потрібно встановлювати таким чином, щоб проводи живлення можна було приєднувати до контактного гвинта, а проводи, які відходять до електроприймачів, – до гвинтової гільзи (див. главу 3.1 цих Правил).

4.1.20 Елементи керування (поворотні рукоятки, натискні кнопки тощо) слід встановлювати на висоті, не вищій ніж 2 м і не нижчій ніж 0,8 м від підлоги, а вимірювальні прилади – таким чином, щоб шкала кожного приладу знаходилась на висоті, не вищій ніж 1,8 м і не нижчій 1,0 м від підлоги. Елементи керування апаратами аварійного вимкнення слід встановлювати на висоті від 0,8 м до 1,6 м від підлоги.

Комплектуючі елементи і затискачі для зовнішніх проводів рекомендовано розміщувати на висоті, не нижчій ніж 0,2 м від основи НКУ.

Примітка. За погодженням між виробником і споживачем допускаються розміри, які відрізняються від зазначених вище, залежно від призначення НКУ і умов експлуатації.

ШИНИ, ПРОВОДИ, КАБЕЛІ

4.1.21 Між нерухомо закріпленими неізольованими струмопровідними частинами різної полярності, а також між ними і відкритими провідними частинами треба забезпечувати відстані, не менші ніж 20 мм – по поверхні та 12 мм – у просвіті. Від неізольованих струмопровідних частин до огорож треба забезпечувати відстані, не

менші ніж 100 мм – для сітчастих огорож і 40 мм – для суцільних знімних огорож та знімних перфорованих із ступенем захисту, не меншим ніж IP2X.

4.1.22 У межах панелей, щитів, шаф, установлених у сухих приміщеннях, ізолювані проводи з ізоляцією, розрахованою на напругу, не нижчу ніж 660 В, можна прокладати по металевих, захищених від корозії, поверхнях упритул один до одного. У цьому разі для головних кіл слід застосовувати понижувальні коефіцієнти до струмових навантажень, наведені в главі 1.3 цих Правил.

4.1.23 Улаштування *PE*-, *PEN*- і *N*-провідників, а також *PEN*- і *N*-шин має відповідати вимогам **1.7.132–1.7.147**. Конструктивні частини РУ і НКУ заборонено використовувати як *PEN*-провідники.

4.1.24 Електропроводки допоміжних кіл мають відповідати вимогам глави 3.4 цих Правил, а прокладання кабелів – вимогам глави 2.3 цих Правил.

4.1.25 Для РУ і НКУ з електронними комплектуючими необхідно розділяти або екранувати головне і допоміжні кола, крім випадків, коли елементи допоміжних кіл за показниками електромагнітної сумісності або за рекомендацією виробника не потребують екранування.

КОНСТРУКЦІЇ РОЗПОДІЛЬНИХ УСТАНОВОК

4.1.26 Конструкції РУ і НКУ слід виготовляти з матеріалів, які не підтримують горіння, здатні витримувати механічні, електричні, електродинамічні і теплові навантаження, а також дію вологи, яка має місце за нормальної експлуатації, і відповідають вимогам чинних державних стандартів та інших нормативних документів.

4.1.27 Поверхні гігроскопічних ізолювальних плит, на яких безпосередньо монтують неізолювані струмопровідні частини, повинні бути захищеними від проникнення в них вологи (просочуванням, фарбуванням тощо).

В установках, які встановлюють у вологих і особливо вологих приміщеннях та просто неба, застосовувати гігроскопічні ізолювальні матеріали (наприклад, мармур, азбоцемент) не дозволено.

4.1.28 РУ і НКУ треба виконувати таким чином, щоб вібрації, які виникають від дії апаратів, струси, зумовлені зовнішніми впливами, не порушували контактних з'єднань і не призводили до розрегулювання апаратів і приладів.

4.1.29 Місця, призначені для приєднування зовнішніх провідників, мають бути зручними для кінцевого облаштування проводів і кабелів і приєднування їх до затискачів. Зокрема, дозволено розташовувати затискачі на висоті, не нижчій ніж 0,2 м від основи РУ чи НКУ, установлених на підлозі. Конструкція затискачів має бути такою, щоб зовнішні провідники можна було приєднувати будь-яким способом (за допомогою гвинтів, з'єднувачів тощо).

4.1.30 У конструкціях РУ і НКУ потрібно передбачати кабельні та шинні вводи, як знизу, так і зверху, або тільки знизу чи зверху. Отвори кабельних уводів потрібно виконувати так, щоб не порушувати ступеня захисту оболонки від прямого дотику (див. **1.7.72**), попадання твердих сторонніх тіл і рідин. Якщо зовнішні кабелі за перерізом або кількістю не можуть бути безпосередньо приєднаними до затискачів апаратів, то в конструкції РУ потрібно передбачати додаткові затискачі або шини з улаштуваннями для приєднання зовнішніх кабелів.

4.1.31 У конструкції РУ і НКУ слід передбачати затискачі або шини для приєднання *PEN* (*PE*) провідників і *N*-провідника.

УСТАНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ УСТАНОВОК В ЕЛЕКТРОПРИМІЩЕННЯХ

4.1.32 Коридори для обслуговування в електроприміщеннях мають відповідати таким вимогам:

а) ширину коридору приймають відповідно до вимог **4.2.80**. У разі улаштування коридору для обслуговування із заднього боку щита ширина проходу повинна становити не менше ніж 0,8 м. Дозволено місцеве звуження коридору будівельними конструкціями не більше ніж на 0,2 м.

Висота проходу в провітрі має становити не менше ніж 1,9 м;

б) відстані від найбільш виступаючих необгороджених неізолюваних струмопровідних частин (наприклад, вимкнених ножів рубильників) за їх одностороннього розташування на висоті, меншій ніж 2,2 м, до протилежної стіни, огорожі або устаткування, яке має огорожені або ізолювані струмопровідні частини, мають бути не меншими ніж:

1) 1,0 м – для напруги, нижчої ніж 660 В, якщо довжина щита – до 7 м;
1,2 м – якщо довжина щита – понад 7 м;

2) 1,5 м – для напруги 660 В і вище.

Довжиною щита в цьому разі вважається довжина проходу між двома рядами суцільного фронту панелей (шаф) або між одним рядом і стіною;

в) відстані між необгородженими неізолюваними струмопровідними частинами, розташованими на висоті, меншій ніж 2,2 м, з обох боків проходу, мають бути не меншими ніж:

1) 1,5 м – для напруги до 660 В;

2) 2,0 м – для напруги 660 В і вище;

г) неізолювані струмопровідні частини, які знаходяться на відстані, меншій від зазначеної в підпунктах б) і в), треба огороджувати. У цьому разі ширина проходу з урахуванням огорожі має бути не меншою від зазначеної в підпункті а);

д) необгороджені неізолювані струмопровідні частини, які розташовано над проходами, мають бути на висоті, не меншій ніж 2,2 м;

е) горизонтальні огорожі над проходами повинні бути розташованими на висоті, не меншій ніж 1,9 м;

ж) освітлювальна арматура встановлюється таким чином, щоб було забезпечено її безпечне обслуговування;

и) підлоги повинні бути по всій площині на одній позначці.

4.1.33 Проходи для обслуговування щитів довжиною, більшою ніж 7 м, повинні мати два виходи. Вихід з проходу з монтажного боку щита можна виконувати як у щитове приміщення, так і в інші приміщення. За ширини проходу обслуговування понад 3 м і відсутності маслonaповнених апаратів другий вихід необов'язковий. Двері із приміщень РУ повинні відкриватися в бік інших приміщень (за винятком РУ напругою понад 1 кВ змінного струму і понад 1,5 кВ постійного струму) або назовні і мати самозамикальні замки, які відкриваються без ключа з внутрішнього боку приміщення. Ширина дверей має бути не меншою ніж 0,75 м, а висота – не меншою ніж 1,9 м.

4.1.34 Огорожа неізолюваних струмопровідних частин повинна бути сітчастою з розмірами вічок, не більшими ніж 25 мм × 25 мм, або суцільною, або змішаною. Висота огорожі повинна становити не менше ніж 1,7 м.

УСТАНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ УСТАНОВОК У ПРИМІЩЕННЯХ, ДОСТУПНИХ НЕВИРОБНИЧОМУ ПЕРСОНАЛУ

4.1.35 РУ, установлені в приміщеннях, доступних невинробничому персоналу, повинні мати струмопровідні частини, закриті суцільною або перфорованою огорожею зі ступенем захисту, не меншим ніж IP2X. У разі застосування РУ з відкритими струмопровідними частинами її треба огорожувати та обладнувати місцевим освітленням. Огорожа має відповідати вимогам **4.1.34**. На огорожі обов'язково треба встановлювати заборонні (попереджувальні) знаки. Огорожі потрібно виконувати так, щоб знімати їх без спеціального інструмента було неможливо.

Дверці входу за огорожену територію повинні замикатися на ключ. Відстань від сітчастої огорожі до неізольованих струмопровідних частин має бути не меншою ніж 0,7 м, а від суцільних – згідно з **4.1.21**. Ширину проходів визначають згідно з **4.1.32**.

4.1.36 Кінцеве облаштування проводів і кабелів потрібно здійснювати таким чином, щоб воно знаходилося всередині РУ або НКУ.

УСТАНОВЛЕННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ УСТАНОВОК ПРОСТО НЕБА

4.1.37 У разі встановлення РУ просто неба необхідно дотримуватися виконання таких вимог:

- кліматичне виконання РУ повинне відповідати умовам навколишнього природного середовища, мати відповідний ступінь захисту від доторкання до струмопровідних частин, потрапляння сторонніх твердих тіл і рідин;
- розміщувати РУ слід на спланованій площадці на висоті, не меншій ніж 0,2 м від рівня планування. У районах, де спостерігаються снігові заноси висотою понад 1 м, шафи РУ необхідно встановлювати на підвищених фундаментах;
- у РУ потрібно забезпечувати температурний режим для встановленого в ньому обладнання відповідно до вимог виробника.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 598

ГЛАВА 4.2

РОЗПОДІЛЬНІ УСТАНОВКИ

І ПІДСТАНЦІЇ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

4.2.1 Ця глава Правил поширюється на стаціонарні електричні розподільні установки (РУ), електричні підстанції (ПС) та електричні розподільні пункти (РП) змінного струму напругою понад 1 кВ нового будівництва і ті, що реконструюють, крім спеціальних ПС. До спеціальних ПС (пересувних, тягових, підземних тощо) вимоги цієї глави застосовують лише в тих частинах, які не суперечать особливостям технічних вимог до спеціальних електроустановок.

4.2.2 На РУ і ПС напругою 400 кВ поширюються вимоги Правил, які стосуються РУ і ПС напругою 500 кВ.

4.2.3 Ця глава Правил поширюється на центральні трансформаторні підстанції (ЦПС) вітроелектростанцій (ВЕС) та сонячні електростанції (СЕС), а також на пункти приєднання генеруючих установок ВЕС і СЕС до внутрішньої електричної мережі цих електростанцій.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Нижче подано терміни, які вжито в цій главі, та визначення позначених ними понять:

4.2.4 розподільна установка (РУ):

закрита розподільна установка (ЗРУ)

РУ, устаткування якої розташоване в приміщенні

комплектна розподільна установка (КРУ)

РУ, складена із шаф або блоків з вмонтованими в них апаратами, пристроями для вимірювання, захисту та автоматики і сполучних елементів. Її призначено для установлення в приміщеннях. Шафи або блоки постачають у складеному або повністю підготовленому до складання вигляді

комплектна розподільна установка елегазова (КРУЕ)

РУ, складена із модулів різного функціонального і технічного призначення, які складаються з відповідних елементів, розміщених усередині корпусів, заповнених елегазом (SF_6), який є ізоляційним і (або) дугогасним середовищем

КРУЕ з герметичною системою

КРУЕ, модулі якого впродовж їх очікуваного терміну служби не потребують жодного газового втручання (відкривання об'єму)

КРУЕ із закритою системою

КРУЕ, модулі якого дозаправляють лише періодично ручним приєднанням до зовнішнього джерела газу

приєднання в електричній розподільній установці (приєднання)

Елементи електричної схеми РУ, які стосуються безпосередньо лінії електропередавання (ПЛ) або силового трансформатора чи конденсаторної установки тощо ланка електричної підстанції, розподільної установки (ланка)

Частина електричної підстанції (розподільної установки), до складу якої входить вся чи частина комутаційної та (або) іншої апаратури одного приєднання

4.2.5 трансформаторна підстанція (ТП):

закрита трансформаторна підстанція (ЗТП)

ЗТП, устаткування якої розташоване в будівлі (приміщенні) або в металевій чи залізобетонній оболонці і обслуговується зсередини цього приміщення (оболонки)

прибудована підстанція (розподільна установка)

ЗТП (ЗРУ), яка має тільки один будівельний елемент, спільний із суміжним приміщенням (стіну, перегородку або підлогу, що є перекриттям суміжного приміщення знизу)

вбудована підстанція (розподільна установка)

ЗТП (ЗРУ), яка має два чи більше будівельні елементи, спільні із суміжним приміщенням (приміщеннями)

комплектна трансформаторна підстанція (КТП)

Підстанція, складена із трансформаторів (вмонтованих у шафи, установлені просто неба), блоків РУ та інших елементів, які постачають у складеному або повністю підготовленому до складання вигляді

щоголова трансформаторна підстанція (ЩТП)

Трансформаторна ПС (у тому числі в конструктивному виконанні КТП), все устаткування якої встановлене на конструкціях (або опорі ПЛ) просто неба на висоті, що не потребує наземного огорожування

розподільний пункт (РП)

Відокремлена РУ в електричній мережі з допоміжними спорудами

4.2.6 секційний пункт (СП)

Електроустановка, призначена для автоматичного поділу мережі на ділянки, зокрема реклоузер – автономний інтелектуальний пристрій, який забезпечує в автономному режимі відділення від мережі пошкодженої ділянки

4.2.7 камера

Частина приміщення електричної закритої підстанції (розподільної установки), призначена для встановлення апаратів, трансформаторів і шин

закрита камера

Камера, яка має прорізи, захищені суцільним (не сітчастим) загородженням обгороджена камера

Камера, яка має прорізи, захищені повністю або частково сітчастим чи змішаним (не суцільним) загородженням. Під змішаним загородженням розуміють загородження із сіток і суцільних листів

вибухова камера

Закрита камера, призначена для локалізації можливих аварійних наслідків під час пошкодження встановлених у ній апаратів

4.2.8 коридор обслуговування

Коридор уздовж камер або шаф ЗРУ, призначений для обслуговування апаратів і шин

коридор керування

Коридор обслуговування, в який виведено приводи або елементи керування приводами комутаційних апаратів

вибуховий коридор

Коридор обслуговування, в який виходять двері вибухових камер

4.2.9 система збірних шин

Комплект елементів, які з'єднують між собою всі приєднання електричної розподільної установки (РУ)

4.2.10 оперативний струм

Електричний струм (постійний, випрямлений або змінний) системи живлення кіл захисту, автоматики, керування, сигналізації та блокування

4.2.11 режими роботи схеми електроустановки для визначення розрахункових умов улаштування ПС (РП і РУ)

нормальний

Режим роботи схеми електроустановки, усі приєднання якої знаходяться в робочому стані

аварійний

Режим, який супроводжується відхиленням параметрів від гранично допустимих значень і характеризується пошкодженням, виходом із ладу будь-якої частини схеми електроустановки або представляє загрозу для життя людей

післяаварійний

Відносно тривалий режим роботи схеми електроустановки, який визначає її стан після безпосереднього усунення аварійних умов із зниженою проти нормального режиму надійністю

ремонтний

Режим з наперед запланованим виведенням з робочого стану будь-якої частини схеми електроустановки.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.2.12 Електроустаткування, струмовідні частини, ізолятори, кріплення, оголожі, несучі конструкції, ізоляційні та інші відстані потрібно вибирати і установлювати таким чином, щоб:

- явища, супутні нормальним умовам роботи електроустановки (зусилля, нагрівання, електрична дуга, іскріння, викид газів тощо) не могли заподіяти шкоди виробничому (електротехнічному) персоналу, а також спричинити пошкодження устаткування і виникнення короткого замикання (КЗ) або замикання на землю;

- у разі порушення нормальних умов роботи електроустановки було забезпечено необхідну локалізацію пошкоджень, зумовлених дією КЗ;

– після зняття напруги з будь-якого кола апарати, струмовідні частини і конструкції, які належать до нього, могли піддаватися безпечному огляду, заміні та ремонтам без порушення роботи сусідніх кіл;

– було забезпечено можливість зручного транспортування устаткування.

4.2.13 Вмикання під електричне навантаження і вимикання приєднань РУ потрібно виконувати вимикачами або вимикачами навантаження.

Допускається застосовувати роз'єднувачі для вмикання (вимикання) намагнічувального струму силових трансформаторів, зарядного струму і струму замикання на землю ПЛ і КЛ, зарядного струму систем шин тощо в разі, якщо цьому відповідає їх технічна характеристика. Значення струмів, які допускається вмикати (вимикати) роз'єднувачами, потрібно приймати відповідно до вимог чинних правил з технічної експлуатації електричних станцій і мереж та інших відповідних НД.

Для захисту виробничого (електротехнічного) персоналу від світлової дії дуги над ручними приводами роз'єднувачів з відкритими контактами потрібно встановлювати козирки або навіси з негорючого матеріалу, за винятком:

– роз'єднувачів на напругу 110 кВ, якщо ними вимикають намагнічувальний струм до 3 А або зарядний струм до 1 А;

– роз'єднувачів на напругу від 6 кВ до 35 кВ, якщо ними вимикають намагнічувальний струм до 3 А або зарядний струм до 2 А.

Приводи триполюсних роз'єднувачів на напругу від 6 кВ до 35 кВ внутрішнього встановлення, якщо їх не відокремлено від роз'єднувачів стіною або перекриттям, потрібно відділяти суцільними щитами від роз'єднувачів.

Роз'єднувачі не призначені для вмикання /вимикання:

– конденсаторних батарей (КБ), статичних компенсаторів (СТК), установок повздовжньої компенсації (УПК) та інших конденсаторних установок;

– зарядних струмів ліній електропередавання і струмів замикання на землю в мережах напругою від 6 кВ до 35 кВ у разі роботи мережі в режимі з недокомпенсацією.

4.2.14 Прилади та апарати в будівлях і спорудах установлюють відповідно до проектної документації, затвердженої в установленому порядку.

Конструкції, на яких встановлено електроустаткування, апарати, струмовідні частини та ізолятори, повинні бути розраховані на навантаження від їхньої маси, натягу, комутаційних операцій, впливу вітру, ожеледі та КЗ, а також від сейсмічних впливів. Сталеві конструкції повинні мати антикорозійне покриття.

Будівельні конструкції, розташовані поблизу струмовідних частин і доступні для дотику виробничому (електротехнічному) персоналу, не повинні нагріватися від впливу електричного струму понад 50 °С; недоступні для дотику – до 70 °С.

Будівельні конструкції дозволено не перевіряти на нагрівання, якщо по струмовідних частинах, розташованих поблизу будівельних конструкцій, проходить змінний струм, який не перевищує 1000 А.

4.2.15 У всіх електричних колах РУ (приєднання, система збірних шин тощо) потрібно передбачати пристрої від'єднання з видимим розривом, що забезпечує від'єднання всіх апаратів (вимикачів, запобіжників, трансформаторів струму та напруги тощо) кожного кола з усіх сторін, звідки може бути подано напругу.

Вищезазначена вимога не поширюється на:

– шафи КРУ з викочуваними елементами та КРУЕ в разі наявності механічного показчика гарантованого положення контактів;

– малогабаритні КРУ, в яких схема головних кіл цих установок передбачає пристрої від'єднання з видимим розривом або видимі пристрої заземлення, що забезпечують можливість від'єднання або заземлення кожного кола або всіх у цілому, з усіх сторін, звідки може бути подано напругу.

– високочастотні загороджувачі та конденсатори зв'язку;

– трансформатори напруги, установлені на лінійних приєднаннях (у разі одного комплексу трансформаторів напруги);

– трансформатори напруги, установлені на системі шин для виконання синхронізації;

– трансформатори напруги ємнісного типу, приєднані до систем шин;

– обмежувачі перенапруг, установлені на виводах силових трансформаторів і шунтувальних реакторів та на лінійних приєднаннях;

– силові трансформатори з кабельними вводами і трансформатори напруги з кабельними вводами на вищу напругу (ВН).

В окремих випадках, зумовлених схемними або конструктивними рішеннями, трансформатори струму дозволено встановлювати до роз'єднувачів, які від'єднують решту апаратів від джерел напруги.

4.2.16 Вимикач або привід вимикача повинен мати добре видимий показчик положення («увімкнено», «вимкнено»). Застосовувати сигнальні лампи як єдині показчики положення вимикача заборонено.

Якщо вимикач не має відкритих контактів і його привід відділено від нього непрозорою стіною, то показчик положення повинен бути і на вимикачі, і на приводі.

На вимикачі з вмонтованим приводом або приводом, розташованим у безпосередній близькості від вимикача і не відділеним від нього непрозорою стіною, дозволено встановлювати один показчик положення – на вимикачі або на приводі.

На вимикачі, зовнішні контакти якого чітко свідчать про увімкнене положення, дозволено не встановлювати показчик положення на вимикачі і вмонтованому або не відгородженому стіною приводі.

Приводи роз'єднувачів, заземлювальних ножів тощо, відділених від апаратів непрозорою стіною, повинні мати показчик положення апарата.

4.2.17 Ошиновку РУ і ПС потрібно виконувати переважно з алюмінієвих і сталє-алюмінієвих проводів, штаб, труб і шин із профілів алюмінію та алюмінієвих сплавів електротехнічного призначення (як виняток див. **4.2.18**). Дозволено застосовувати ошиновку з міді чи мідних сплавів електротехнічного призначення.

У разі, коли деформація ошиновки від зміни температури може викликати небезпечні механічні напруження в проводах або ізоляторах, потрібно передбачати заходи, які унеможливають виникнення таких напружень.

У конструкції жорсткої ошиновки має бути передбачено пристрої компенсації для запобігання передаванню механічних зусиль на контактні уводи апаратів та опорні ізолятори, а також передбачено заходи щодо недопущення накопичення вологи в деталях ошиновки. На жорсткій ошиновці компенсатори потрібно встановлювати також у місцях перетинів із температурними та осадочними швами будівель і споруд.

У сейсмічних районах виводи електроустаткування з жорсткою ошиновкою потрібно з'єднувати через гнучкі вставки.

Трубчасті шини повинні мати пристрої для гасіння вібрації.

Конструкція шинотримачів і затискачів жорсткої ошиновки в разі змінного струму понад 630 А не повинна утворювати суцільного магнітного контуру.

Струмопроводи треба виконувати з дотриманням вимог глави 2.2 цих Правил.

4.2.18 У разі розташування ПС, РП і РУ у місцях, де повітря може містити речовини, які погіршують роботу ізоляції або руйнівні діють на устаткування і шини, потрібно вживати таких заходів:

- застосовувати закриті ПС, РП і РУ, захищені від проникнення пилу, шкідливих газів і пари в приміщення;
- застосовувати посилену ізоляцію і шини з матеріалу, стійкого до впливу навколишнього середовища, або наносити захисне покриття;
- розташовувати ПС, РП і РУ з боку пануючого напрямку вітру;
- обмежувати кількість устаткування, встановленого просто неба;
- застосовувати ПС, РП і РУ за найбільш простими схемами.

У разі спорудження ПС, РП і РУ поблизу морського узбережжя, солоних озер, хімічних підприємств, а також у місцях, де тривалий досвід експлуатації свідчить про руйнування алюмінію від корозії, потрібно застосовувати спеціальні алюмінієві або сталєалюмінієві проводи, захищені від корозії, або проводи з міді та її сплавів електротехнічного призначення.

4.2.19 У разі розташування ПС, РП і РУ у сейсмічних районах для забезпечення необхідної сейсмостійкості потрібно застосовувати сейсмостійке устаткування. За необхідності потрібно передбачати спеціальні конструктивні заходи, які підвищують сейсмостійкість електроустановки.

4.2.20 У разі розташування ПС і РУ на висоті понад 1000 м над рівнем моря повітряні ізоляційні проміжки, підвісну і опорну ізоляцію та зовнішню ізоляцію електроустаткування потрібно вибирати з дотриманням вимог, наведених у **4.2.49**, **4.2.52**, **4.2.76**, **4.2.77**, з урахуванням поправок, які компенсують зниження електричної міцності ізоляції за зниженого тиску атмосфери.

4.2.21 У РУ, де температура навколишнього повітря може бути нижчою від дозволеної для електроустаткування та апаратів, потрібно передбачати електричне підігрівання для забезпечення надійного функціонування устаткування та апаратів.

4.2.22 Буквено-цифрове і колірне позначення фаз електроустаткування і ошиновки ПС і РУ потрібно виконувати з дотриманням вимог глави 1.1 цих Правил.

4.2.23 РУ напругою 3 кВ і вище повинно бути обладнано оперативним блокуванням, призначеним для запобігання неправильним діям з роз'єднувачами, заземлювальними ножами (ЗН).

Оперативним блокуванням запобігають:

- подаванню напруги на ділянку електричної схеми, заземлену увімкненими ЗН, а також на ділянку електричної схеми, відділену від увімкнених ЗН тільки вимикачем;
- вмиканню ЗН на ділянці схеми, не відділеній роз'єднувачем від інших ділянок, які можуть бути як під напругою, так і без напруги;

– вмиканню і вимиканню роз'єднувачами струмів навантаження, якщо це не передбачено конструкцією апарата.

У КРУ з викочуваними елементами блокування має унеможливити:

– вмикання ЗН, якщо викочуваний елемент не виведено у випробувальне чи ремонтне положення, або введення викочуваного елемента в робоче положення в разі увімкненого ЗН;

– вмикання ЗН збірних шин, якщо елемент уводів робочого і резервного живлення не виведено у випробувальне чи ремонтне положення, або введення елемента в робоче положення в разі увімкненого ЗН збірних шин.

У роз'єднувачів з полюсним керуванням у зону дії блокування потрібно включати всі три полюси.

Роз'єднувачі РУ напругою від 35 кВ до 220 кВ повинні мати механічне або електромагнітне блокування зі своїми ЗН, а роз'єднувачі РУ напругою 330 кВ і вище – електромагнітне блокування зі своїми ЗН. Роз'єднувачі РУ всіх напруг з приводами від електродвигуна повинні мати, крім того, електричне блокування зі своїми ЗН.

На ЗН лінійних роз'єднувачів з боку лінії дозволено мати тільки механічне блокування з приводом свого роз'єднувача і пристосування для замикання ЗН замками у вимкненому положенні.

Пристрій оперативного блокування можна виконувати із застосуванням будь-якої елементної бази у вигляді локального пристрою оперативного блокування або в складі автоматизованої системи керування технологічними процесами (АС КТП) ПС (РП).

У РУ однакової напруги блокування ЗН усіх приєднань виконують однотипним.

Приводи роз'єднувачів, доступні для некваліфікованих працівників, потрібно забезпечувати пристосуванням для замикання їх замками у вимкненому та ввімкненому положеннях.

4.2.24 РУ і ПС потрібно обладнувати стаціонарними ЗН відповідно до вимог безпеки заземлення апаратів і ошиновки без застосування переносних заземлювальних провідників, за винятком умов, наведених у **4.2.25**.

У РУ напругою 3 кВ і вище стаціонарні ЗН потрібно розміщувати таким чином, щоб виробничий (електротехнічний) персонал, який працює на струмовідних частинах будь-яких ділянок приєднань і збірних шин, був захищений ЗН з усіх боків, звідки може бути подано напругу. ЗН дозволено відділяти від струмовідних частин, на яких безпосередньо працює персонал, вимкненими роз'єднувачами, вимикачами навантаження або зняттям запобіжників, демонтажем шин чи проводів.

Додаткове заземлення на струмовідній частині безпосередньо на робочому місці потрібно передбачати в тих випадках, коли ці частини можуть бути під наведеною напругою (потенціалом).

Кожна секція (система) збірних шин РУ напругою 6 кВ і вище повинна мати щонайменше два комплекти стаціонарних ЗН для заземлення збірних шин. За наявності трансформаторів напруги заземлення збірних шин потрібно здійснювати ЗН роз'єднувачів трансформаторів напруги. На випадок виведення стаціонарних ЗН у ремонт на роз'єднувачах, оснащених ЗН, потрібно передбачати другі комплекти ЗН на інших роз'єднувачах даної ділянки схеми, розташованих з боку можливого подавання напруги. Остання вимога не стосується:

- ЗН з боку ліній лінійних роз'єднувачів (за відсутності обхідної системи шин чи ремонтної перемички з боку ПЛ);
- ЗН, установлених як самостійні апарати окремо від роз'єднувачів;
- ЗН у колі секційного зв'язку КРУ.

Дозволено на ЗН лінійних роз'єднувачів з боку лінії мати привод з дистанційним керуванням для запобігання травмуванню виробничого (електротехнічного) персоналу в разі помилкового увімкнення їх за наявності на лінії напруги.

4.2.25 Переносні захисні заземлювальні провідники дозволено застосовувати:

- для захисту від наведеної напруги;
- у діючих установках, де ЗН не може бути встановлено за умовами компонування або конструкції електроустановки;
- на ділянках схеми, де ЗН встановлено окремо від роз'єднувачів, на час ремонту ЗН;
- у разі роботи на лінійних роз'єднувачах і на устаткуванні, розташованому з боку ПЛ до лінійного роз'єднувача (конденсаторах зв'язку, високочастотних загороджувачах тощо).

У місцях, де стаціонарні ЗН не може бути застосовано, на струмовідних і заземлювальних шинах потрібно підготовлювати контактні поверхні для приєднання переносних заземлювальних провідників.

4.2.26 Сітчасті та змішані огорожі струмовідних частин і електроустаткування повинні мати висоту над рівнем планування ВРУ і встановлених просто неба трансформаторів 2 м або 1,6 м (з урахуванням 4.2.54 і 4.2.55), а над рівнем підлоги для ЗРУ і трансформаторів, установлених усередині будівлі, – 1,9 м; сітки повинні мати отвори розміром, не більшим ніж 25 мм × 25 мм, а також пристосування для замикання їх на замок. Нижній край цих огорож у ВРУ потрібно розташовувати на висоті від 0,1 м до 0,2 м, а в ЗРУ – на рівні підлоги.

На вході в камери вимикачів, силових трансформаторів та інших апаратів для огляду камер за наявності напруги на струмовідних частинах як додатковий захід дозволено застосовувати бар'єри. Бар'єри повинні бути знімними, установленими на висоті 1,2 м і облаштовуватися попереджувальними знаками. Відстані від бар'єрів до відкритих струмовідних частин визначають відповідно до вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок.

За висоти підлоги камер над рівнем землі понад 0,3 м між дверима та бар'єром потрібно залишати відстань, не меншу ніж 0,5 м, або передбачати оглядову площадку перед дверима.

4.2.27 Показчики рівня та температури масла маслonaповнених силових трансформаторів і апаратів та інші показчики, які характеризують стан устаткування, потрібно розміщувати таким чином, щоб було забезпечено зручні та безпечні умови для доступу до них і спостереження за ними без зняття напруги (наприклад, з боку входу в камеру).

Для відбирання проб масла відстань від рівня підлоги або поверхні землі до крана силового трансформатора або апарата повинна бути не меншою ніж 0,2 м, або потрібно передбачати відповідний приямок.

4.2.28 Кола керування, захисту, електромагнітного блокування, автоматики, вимірювання, сигналізації і освітлення, прокладені по електротехнічних пристроях (устаткуванні) з масляним наповненням, потрібно виконувати проводами з маслостійкою ізоляцією.

4.2.29 Установлені просто неба силові трансформатори, реактори і конденсатори для зменшення нагрівання прямими променями сонця потрібно фарбувати у світлі тони фарбами без металічних добавок, стійкими до впливу атмосфери та масла.

4.2.30 ПС, РП і РУ потрібно обладнувати електричним освітленням з дотриманням вимог розділу 6 цих Правил. Освітлювальну арматуру встановлюють таким чином, щоб було забезпечено її безпечне обслуговування.

4.2.31 ПС, РП і РУ потрібно обладнувати засобами зв'язку та диспетчерсько-технологічного керування АСУ ТП і діагностики згідно з прийнятою системою обслуговування.

4.2.32 Компонування і конструктивне виконання ВРУ, ЗРУ і ЗПС повинні передбачати можливість застосування механізмів, у тому числі спеціальних, для виконання монтажних, ремонтних робіт і технічного обслуговування електроустаткування.

4.2.33 Відстань між устаткуванням, ошиновкою РУ (ПС) і деревами висотою понад 4 м повинна бути такою, щоб запобігти пошкодженню устаткування та ошиновки в разі падіння дерева (з урахуванням висоти дерев через 25 років росту).

Відстані від конструкцій, обладнання та огорожі ПС, РП, ЗРУ і ЗПС до меж лісового масиву, місць розроблення і відкритого залягання торфу потрібно приймати відповідно до вимог чинних НД з протипожежного захисту.

4.2.34 ПС і РП з черговим персоналом потрібно забезпечувати питною водою (споруджувати господарсько-питні водопроводи, артезіанські свердловини або колодязі).

У разі непридатності води в колодязях для споживання або в разі розташування ПС (РП) на скельних ґрунтах потрібно доставляти воду на ПС (РП) за допомогою пересувних засобів.

4.2.35 На ПС (РП) із черговим персоналом, які мають водопровід, потрібно влаштовувати утеплені вбиральні з каналізацією. На ПС (РП) із черговим персоналом у разі відсутності поблизу каналізаційних магістралей дозволено споруджувати місцеві каналізаційні пристрої.

На ПС і РП напругою 35 кВ і вище (за винятком ЩТП і СП) без чергового персоналу дозволено споруджувати неутеплені вбиральні з водонепроникними приямками.

На ПС і РП напругою 110 кВ і вище без чергового персоналу, розташованих поблизу існуючих систем водопостачання і каналізації (на відстані до 0,5 км), у будинку загальнопідстанційного пункту керування (ЗПК) потрібно передбачати санітарні каналізаційні вузли.

4.2.36 Територію відкритої ПС (РП) напругою від 35 кВ до 750 кВ потрібно обгороджувати зовнішньою огорожею висотою не менше ніж 1,8 м. Огорожу виконують переважно із залізобетонних конструкцій, по верху огорожі встановлюють козирок із колючого дроту (або інших засобів) з нахилом зовні ПС (РП). Колючий дріт можна не передбачати, якщо ПС (РП) облаштовують периметральним відеоспостереженням. Конструкція воріт і хвіртки повинна бути металевою, з внутрішніми замками і унеможливлувати вільне проникнення на територію.

Конструктивні елементи огорожі повинні мати між собою металічний зв'язок. Заземлення зовнішньої огорожі влаштовують з дотриманням вимог глави 1.7 цих Правил.

Закриті ПС (РП) та щоглові ТП можна обгороджувати за потреби.

4.2.37 На території ПС напругою 110 кВ і вище з черговим персоналом ВРУ та силові трансформатори потрібно огорожувати внутрішньою огорожею висотою 1,6 м (див. також 4.2.55). ВРУ різних напруг і силові трансформатори можуть мати загальну огорожу.

У разі розташування ВРУ (ПС) на території електростанції ці ВРУ (ПС) потрібно огорожувати внутрішньою огорожею висотою 1,6 м.

Допоміжні споруди (майстерні, склади, ЗПУ тощо), розташовані на території ВРУ, потрібно огорожувати внутрішньою огорожею висотою 1,6 м.

Внутрішні огорожі можуть бути суцільними, сітчастими або ґратчастими.

4.2.38 На території ВРУ і ПС, на яких у нормальних умовах експлуатації із апаратної маслогосподарства, із складів масла, а також із маслонаповнених силових трансформаторів і вимикачів у період проведення ремонтних та інших робіт можуть траплятися випадки витікання масла, потрібно передбачати пристрої для збирання і видалення масла для унеможливлення розтікання його по території і попадання у водойми.

4.2.39 Відстані від електроустаткування до вибухонебезпечних зон і приміщень приймають згідно з вимогами відповідних розділів ДНАОП 0.00-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

4.2.40 Для живлення пристроїв захисту, автоматики, сигналізації, дистанційного керування комутаційними апаратами, оперативного блокування тощо на ПС (РП) може бути застосовано постійний, випрямлений та змінний оперативний струм.

Змінний струм треба використовувати у всіх випадках, коли це можливо і коли це забезпечує спрощення та здешевлення електроустановок із забезпеченням достатньої надійності їх роботи.

4.2.41 На всіх приєднаннях одного РУ напругою 6 кВ і вище потрібно застосовувати одну систему оперативного струму. Змішану систему оперативного струму дозволено використовувати на ПС, які реконструюють.

ВІДКРИТІ РОЗПОДІЛЬНІ УСТАНОВКИ

4.2.42 У ВРУ напругою 110 кВ і вище потрібно передбачати проїзд уздовж вимикачів для пересувних монтажних-ремонтних механізмів і пристосувань, а також пересувних лабораторій. Під час визначення габаритів проїздів потрібно враховувати розміри застосовуваних пристосувань і механізмів. Однак габарит проїзду повинен бути не меншим ніж 4 м за шириною та не меншим ніж 5 м – за висотою від рівня полотна дороги.

4.2.43 З'єднання гнучких проводів у прогонах потрібно виконувати обпресуванням за допомогою з'єднувальних затискачів, а з'єднання в петлях біля опор, приєднання відгалужень у прогоні і приєднання до апаратних затискачів – обпресуванням або зварюванням. У цьому разі приєднання відгалужень у прогоні треба виконувати без розрізування проводів прогону.

Паяти і скручувати проводи заборонено.

Болтове з'єднання дозволено виконувати лише на затискачах апаратів і на відгалуженнях до обмежувачів перенапруг (ОПН) або розрядників вентильних (РВ), конденсаторів зв'язку і трансформаторів напруги, а також для тимчасових установок, для яких застосування нероз'ємних з'єднань вимагає великого обсягу робіт під час перемонтажу шин.

Ізоляційні підвіси для кріплення шин у ВРУ потрібно застосовувати переважно одноланцюговими. Якщо одноланцюговий підвіс не задовольняє умови механічних навантажень, то застосовують дволанцюговий з роздільним кріпленням ланцюгів до траверси (опори). У разі застосування дволанцюгових ізоляційних підвісів потрібно передбачати механічне з'єднання між ланцюгами підвісів з боку проводів.

Застосовувати подільні (врізані) підвіси в прогоні ошиновки не дозволено, за винятком підвісів, за допомогою яких закріплюють високочастотні загороджувачі.

Кріплення гнучких шин і тросів у натяжних і підтримувальних затискачах стосовно міцності повинне відповідати вимогам, наведеним у 2.5.109 і 2.5.114 цих Правил.

4.2.44 З'єднання жорстких шин у прогоні та відгалуження від них у прогоні потрібно виконувати зварюванням.

4.2.45 Відгалуження від збірних шин ВРУ потрібно розташовувати нижче збірних шин.

Підвішувати ошиновку одним прогоном над двома і більше секціями шин або системами збірних шин заборонено.

4.2.46 Механічні навантаження на шини і конструкції від вітру та ожеледі, а також розрахункові температури повітря потрібно визначати для ВРУ відповідно до карт кліматичного районування і вимог глави 2.5 цих Правил до ПЛ залежно від класу безвідмовності установки, з огляду на те, що напруга ВРУ є показником відповідності класу ПЛ з безвідмовності.

Кліматичні навантаження на шини і конструкції ВРУ НН на ПС напругою від 330 кВ до 750 кВ, від шин яких живлять власні потреби ПС, потрібно приймати за класом безвідмовності для ПЛ напругою від 330 кВ до 750 кВ відповідно до глави 2.5 цих Правил.

Під час визначення механічних навантажень на конструкції за другою групою граничних станів потрібно додатково враховувати масу людини з інструментами і монтажними пристосуваннями в разі застосування:

- натяжних ізоляційних підвісів – 2,0 кН;
- підтримувальних ізоляційних підвісів – 1,5 кН;
- опорних ізоляторів – 1,0 кН.

Вагове навантаження від спусків до апаратів ВРУ не повинне спричиняти недопустимі механічні напруження і недопустиме зближення проводів за розрахункових кліматичних умов.

4.2.47 Коефіцієнт запасу механічної міцності в разі навантажень, які відповідають **4.2.46**, потрібно приймати:

- для гнучких шин – не меншим ніж 3 стосовно їхнього часового опору розриву;
- для ізоляційних підвісів – не меншим ніж 4 стосовно гарантованого мінімального руйнівного навантаження цілого ізолятора (механічного або електромеханічного залежно від вимог стандартів на застосований тип ізолятора);
- для зчипної арматури гнучких шин – не меншим ніж 3 стосовно мінімального руйнівного навантаження.

Розрахункові механічні зусилля, які в разі КЗ передаються жорсткими шинами на опорні ізолятори, потрібно приймати з дотриманням вимог глави 1.4 цих Правил і вимог відповідного чинного стандарту з методів розрахунку електродинамічної та термічної дії струму КЗ.

4.2.48 Опори для кріплення шин ВРУ потрібно розраховувати як проміжні або кінцеві згідно з главою 2.5 цих Правил. Проміжні опори, які тимчасово використовують як кінцеві, має бути посилено за допомогою відтяжок.

4.2.49 На ПС (РП) напругою 35 кВ і вище для кріплення гнучкої ошиновки потрібно застосовувати ізоляційні підвіси з фарфорових, скляних або полімерних ізоляторів залежно від кліматичних умов і умов забруднення. Перевагу потрібно віддавати застосуванню скляних або полімерних ізоляторів.

Конструкцію ізоляційних підвісів і кількість опорних ізоляторів для кріплення ошиновки, а також зовнішню ізоляцію електрообладнання РУ потрібно вибирати з урахуванням **4.2.163** і глави 1.9 цих Правил.

4.2.50 Компонування ВРУ напругою від 35 кВ до 220 кВ потрібно виконувати переважно без верхнього ярусу шин над вимикачами. Для ВРУ напругою 330 кВ і вище ця вимога є обов'язковою.

4.2.51 Найменші відстані в просвіті між неізольованими струмовідними частинами різних фаз, від неізольованих струмовідних частин до землі, заземлених конструкцій та огорожень, а також між неізольованими струмовідними частинами різних кіл потрібно приймати згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.1–4.2.10).

У разі якщо в електроустановках, розташованих на високігор'ї, відстані між фазами збільшують порівняно з наведеними в табл. 4.2.1 за результатами перевірки на корону, відповідно потрібно збільшувати і відстані до заземлених частин.

4.2.52 Найменші відстані в просвіті за жорстких шин (рис. 4.2.1) між струмовідними і заземленими частинами $A_{\Phi-3}$ і між струмовідними частинами різних фаз $A_{\Phi-\Phi}$ потрібно приймати згідно з табл. 4.2.1, а за гнучких шин (рис. 4.2.2) – визначати за формулами (4.2.1–4.2.3):

$$A_{\Phi-3,\Gamma} = A_{\Phi-3} + a, \quad (4.2.1)$$

$$A^1_{\Phi-3,\Gamma} = A^1_{\Phi-3} + a, \quad (4.2.2)$$

$$A_{\Phi-\Phi,\Gamma} = A_{\Phi-\Phi} + a, \quad (4.2.3)$$

$$\text{де } a = f \times \sin \alpha; \quad (4.2.4)$$

f – стріла провисання проводу за температури +15 °C, м;

$$\alpha = \arctg (P/G); \quad (4.2.5)$$

G – лінійне навантаження від ваги проводу на 1 м довжини проводу, Н/м;

P – лінійне навантаження від вітру на 1 м довжини проводу, Н/м.

Під час визначення величини P вітровий тиск, який відповідає 40 % експлуатаційного навантаження на провід від вітру, потрібно приймати за главою 2.5 цих Правил.

4.2.53 Найменші дозволені відстані в просвіті між неізольованими струмовідними частинами сусідніх фаз, які перебувають під напругою, у момент їхнього найбільшого зближення під дією струмів КЗ повинні відповідати найменшим повітряним проміжкам на ПЛ, прийнятим для найбільшої робочої напруги і наведеним у табл. 2.5.28 глави 2.5 цих Правил.

На гнучкій ошиновці, виконаній з декількох проводів у фазі, потрібно встановлювати дистанційні розпірки.

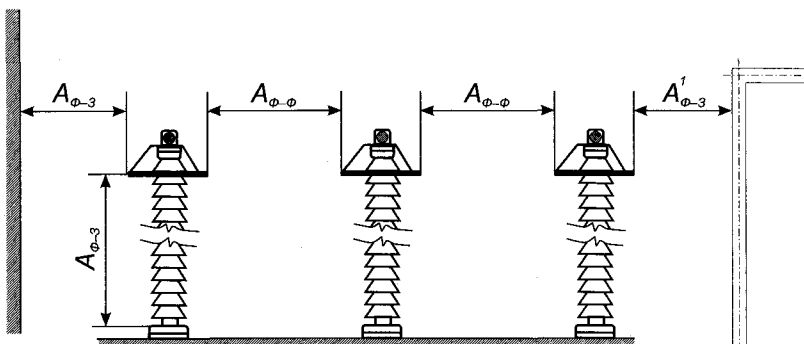


Рисунок 4.2.1 – Найменші відстані в просвіті за жорстких шин між струмовідними і заземленими частинами ($A_{\phi-3}$, $A'_{\phi-3}$) та між струмовідними частинами різних фаз ($A_{\phi-\phi}$)

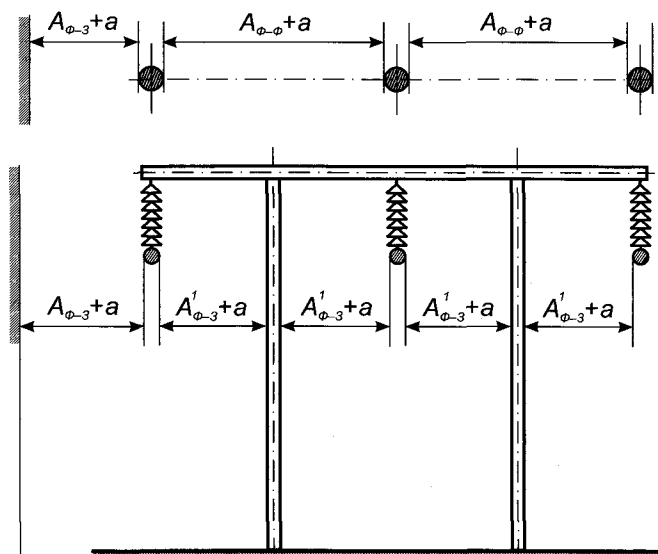


Рисунок 4.2.2 – Найменші відстані в просвіті за гнучких неізолюваних шин між струмовідними і заземленими частинами та між струмовідними частинами різних фаз, розташованими в одній горизонтальній площині

4.2.54 Найменші відстані від неізолюваних струмовідних частин і елементів ізоляторів, які перебувають під напругою (з боку струмовідних частин), до постійних внутрішніх огорожень повинні бути (табл. 4.2.1, рис. 4.2.3):

- по горизонталі – не меншими від розміру B за висоти огорожі 1,6 м і не меншими від розміру $A_{\phi-3}$ за висоти огорожі 2,0 м у площині огорожі;
- по вертикалі – не меншими від розміру $A_{\phi-3}$ від точки, розташованої в площині огорожі на висоті 2,7 м від поверхні землі.

Таблиця 4.2.1 – Найменші відстані в просвіті від неізолюваних струмовідних частин до різних елементів ВРУ (ПС) напругою від 10 кВ до 750 кВ, захищених РВ (у чисельнику) або ОПН (у знаменнику)

Рисунок	Найменування відстані	Позначення	Ізоляційна відстань, мм, для номінальної напруги, кВ								
			до 10	20	35	110	150	220	330	500	750
4.2.1 4.2.2 4.2.3	Від струмовідних частин, елементів устаткування та ізоляції, які перебувають під напругою, до протяжних заземлених конструкцій і постійних внутрішніх огорожень висотою, не меншою ніж 2 м, а також до стаціонарних екранів між ланками РУ і протипожежних перегородок	$A_{\Phi-3}$	200*	300	400	<u>900</u> 600	<u>1300</u> 800	<u>1800</u> 1200	<u>2500</u> 2000	<u>3750</u> 3300	<u>5500</u> 5200
4.2.1 4.2.2	Від струмовідних частин, елементів устаткування та ізоляції, які перебувають під напругою, до заземлених конструкцій: головка апарата-опора, провід-стояк (траверса), провід-кільце (стрижень)	$A^1_{\Phi-3}$	200*	300	400	<u>900</u> 600	<u>1300</u> 800	<u>1600</u> 1200	<u>2200</u> 1800	<u>3300</u> 2700	<u>5000</u> 4500
4.2.1 4.2.2	Між струмовідними частинами різних фаз	$A_{\Phi-\Phi}$	220	330	440	<u>1000</u> 750	<u>1400</u> 1050	<u>2000</u> 1600	<u>2800</u> 2200	<u>4200</u> 3400	<u>8000</u> 6500
4.2.3	Від струмовідних частин, елементів устаткування та ізоляції, які перебувають під напругою, до постійних внутрішніх огорожень висотою до 1,6 м	B	950	1050	1150	<u>1650</u> 1350	<u>2050</u> 1550	<u>2550</u> 2000	<u>3250</u> 3000	<u>4500</u> 4100	<u>6250</u> 5800
4.2.5	Від струмовідних частин, елементів устаткування та ізоляції, які перебувають під напругою, до механізмів і вантажопідійомних машин в робочому і транспортному положеннях, від стропів, вантажозахопних пристроїв і вантажів	B^1	1000	1000	1000	1500	2000	2500	3500	4500	6000
4.2.6	Між струмовідними частинами різних кіл у різних площинах у разі обслуговування нижнього кола і невимкненого верхнього	B	950	1050	1150	1650	<u>2050</u> 2000	<u>3000</u> 2400	<u>4000</u> 3500	<u>5000</u> 3900	<u>7000</u> 6000
4.2.4 4.2.10	Від необгороджених струмовідних частин до землі або покрівлі будівлі в разі найбільшого провисання проводів	Γ	2900	3000	3100	<u>3600</u> 3300	<u>4000</u> 3500	<u>4500</u> 3900	<u>5000</u> 4700	<u>6450</u> 6000	<u>8200</u> 7200
4.2.8 4.2.10	Від струмовідних частин до верхнього краю зовнішньої огорожі або до будівлі чи споруди	D	2200	2300	2400	<u>2900</u> 2600	<u>3300</u> 2800	<u>3800</u> 3200	<u>4500</u> 4000	<u>5750</u> 5300	<u>7500</u> 6500

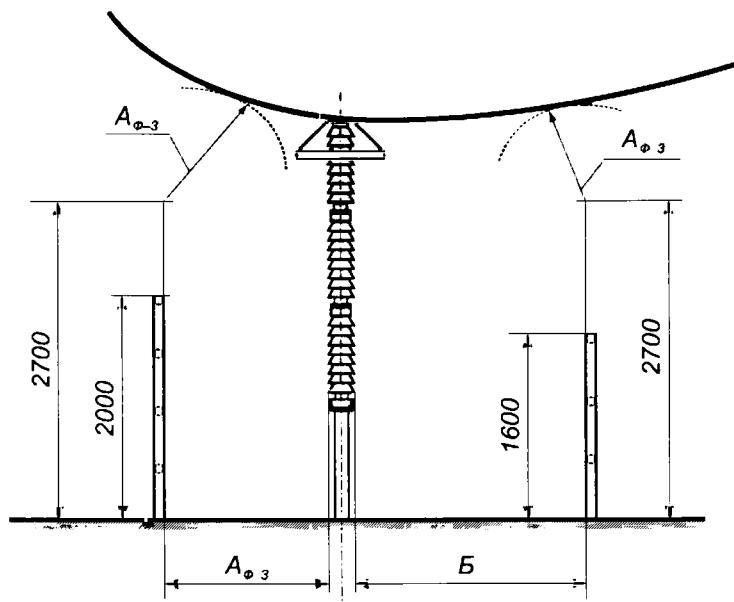


Рисунок 4.2.3 – Найменші відстані від неізолюваних струмовідних частин і елементів ізоляції, які перебувають під напругою, до внутрішніх огорож

4.2.55 Струмовідні частини (уводи, шини, спуски тощо) можуть не мати внутрішніх огорожень, якщо їх розташовано над рівнем планування або наземних комунікаційних споруд, по яких можуть ходити люди (наприклад, плит кабельних каналів або лотків тощо), на висоті, не меншій від значень, які відповідають розміру Γ згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.4). Ця вимога не стосується майданчиків обслуговування, які знаходяться над поверхнею землі, якщо доступ до них є неможливим за наявності напруги на струмовідних частинах. Такі майданчики має бути обладнано огорожами, які унеможливають доступ до них при наявності напруги на струмовідних частинах.

Необгороджені струмовідні частини, які з'єднують конденсатор пристроїв височастотного зв'язку, телемеханіки і захисту з фільтром, потрібно розташовувати на висоті, не меншій ніж 2,5 м. У цьому разі фільтри встановлюють на висоті, яка дає змогу виконувати ремонт (настроювання) фільтра без зняття напруги з устаткування приєднання.

Трансформатори та апарати, в яких нижній край фарфору (полімерного матеріалу) ізоляторів розташовано над рівнем планування або наземних комунікаційних споруд на висоті, не меншій ніж 2,5 м, дозволено не огорожувати (див. рис. 4.2.4). За меншої висоти устаткування повинне мати постійне огороження, яке задовольняє вимоги 4.2.26 і розташоване від трансформаторів і апаратів на відстанях, не менших від наведених у 4.2.54.

4.2.56 Відстані від необгороджених струмовідних частин до габаритів транспортних машин, механізмів і устаткування повинні бути не меншими від розміру B^1 згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.5).

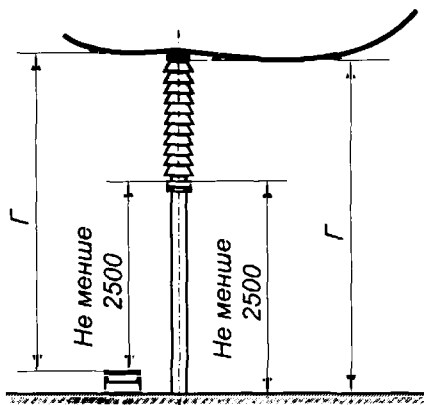


Рисунок 4.2.4 – Найменші відстані від необгороджених струмовідних частин і від нижнього краю фарфору (полімерного матеріалу) ізоляторів до землі або наземних комунікаційних споруд

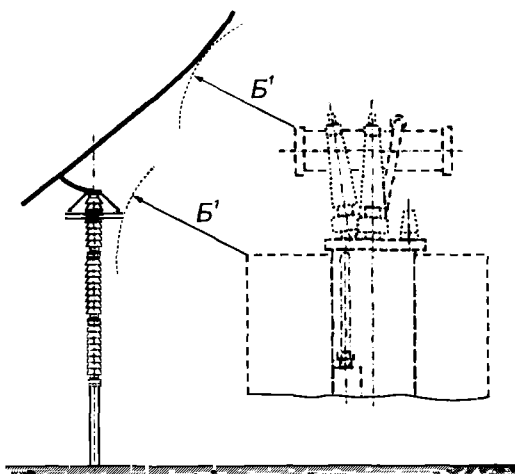


Рисунок 4.2.5 – Найменші відстані від струмовідних частин до транспортного устаткування

4.2.57 Відстані між найближчими необгородженими струмовідними частинами різних кіл потрібно вибирати за умови безпечного обслуговування одного кола за невимкненого іншого. У разі розташування необгороджених струмовідних частин різних кіл у різних (паралельних або перпендикулярних) площинах відстані по вертикалі повинні бути не меншими від розміру B , а по горизонталі – від розміру D^1 згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.6). За наявності різних напруг розміри B і D^1 приймають для більш високої напруги.

Розмір B визначають за умови обслуговування нижнього кола за невимкненого верхнього, а розмір D^1 – за умови обслуговування одного кола за невимкненого іншого (рис. 4.2.7). Якщо такого обслуговування не передбачають, відстань між

струмовідними частинами різних кіл у різних площинах потрібно приймати згідно з 4.2.51 і 4.2.52; у цьому разі потрібно враховувати можливість зближення проводів в умовах експлуатації (під впливом вітру, ожеледі, температури).

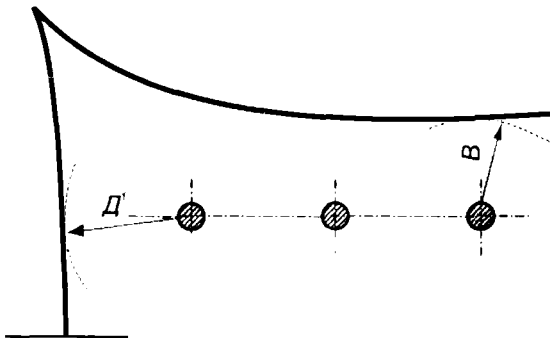


Рисунок 4.2.6 – Найменші відстані між струмовідними частинами різних кіл, розташованими у різних площинах, з обслуговуванням нижнього кола за невимкненого верхнього

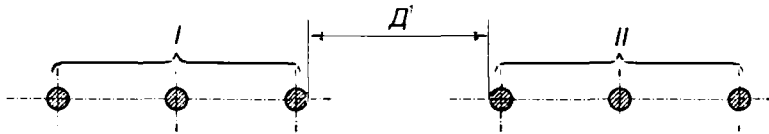


Рисунок 4.2.7 – Найменші відстані по горизонталі між струмовідними частинами різних кіл у разі обслуговування одного кола за невимкненого іншого

4.2.58 Відстані між струмовідними частинами і верхнім краєм зовнішньої огорожі повинні бути не меншими від розміру D згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.8). У цьому разі відстані по вертикалі від струмовідних частин до рівня землі поза територією ВРУ (ПС) повинні бути не меншими від зазначених у 4.2.84.

4.2.59 Відстані від рухомих контактів роз'єднувачів у вимкненому положенні до заземлених частин повинні бути не меншими від розмірів $A_{\Phi-3}$ і $A^1_{\Phi-3}$; до ошиновки своєї фази, приєднаної до другого контакту, – не меншими від розміру H ; від ошиновки інших приєднань – не меншими від розміру B згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.9).

4.2.60 Відстані між струмовідними частинами ВРУ і будівлями або спорудами (ЗРУ, приміщення щита керування тощо) по горизонталі повинні бути не меншими від розміру D , а по вертикалі за найбільшого провисання проводів – не меншими від розміру G згідно з табл. 4.2.1 (рис. 4.2.10).

4.2.61 Прокладати повітряні освітлювальні лінії, повітряні лінії зв'язку і сигналізації над і під струмовідними частинами ВРУ, а також використовувати конструкції ПС з блискавковідводами для прокладання повітряних ліній будь-якого призначення заборонено.

4.2.62 Відстані від установлених просто неба електротехнічних пристроїв до водоохолоджувачів ПС для розрахункової температури зовнішнього повітря в діапазоні від мінус 20 °С до мінус 36 °С повинні бути не меншими від значень, наведених у табл. 4.2.2.

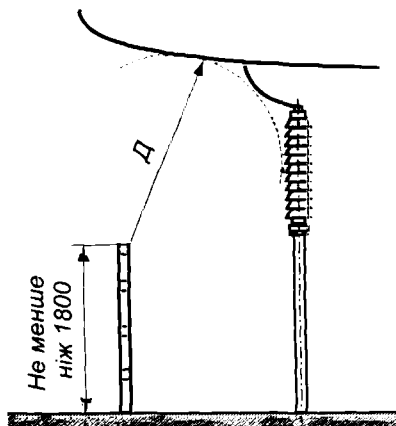


Рисунок 4.2.8 – Найменші відстані від струмовідних частин до верхнього краю зовнішньої огорожі

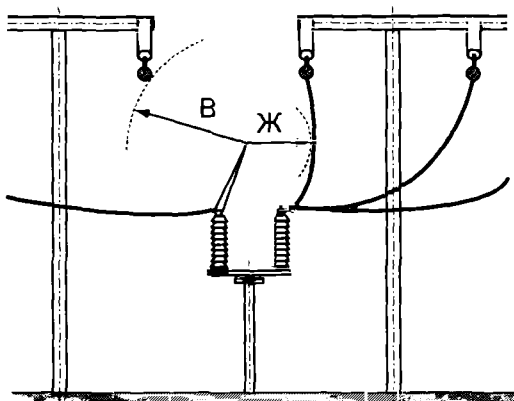


Рисунок 4.2.9 – Найменші відстані від контактів і ножів роз'єднувачів у вимкненому положенні до струмовідних частин

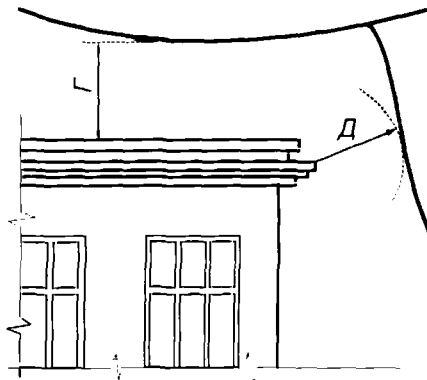


Рисунок 4.2.10 – Найменші відстані між струмовідними частинами та будівлями і спорудами

Для районів з розрахунковою температурою зовнішнього повітря, нижчою від мінус 36 °С, наведені в табл. 4.2.2 відстані потрібно збільшувати на 25 %, а з температурою, вищою від мінус 20 °С, – зменшувати на 25 %. Для об'єктів реконструкції наведені в табл. 4.2.2 відстані дозволено зменшувати не більше ніж на 25 %.

Таблиця 4.2.2 – Найменші відстані від установлених просто неба електротехнічних установок до водоохолоджувачів ПС

Водоохолоджувачі	Відстань, м
Бризкальні пристрої і відкриті градирні	80
Баштові та одноventильаторні градирні	30
Секційні вентиляторні градирні	42

4.2.63 Відстань від складів водню до ВРУ, трансформаторів, синхронних компенсаторів повинна бути не меншою ніж 50 м; до опор ПЛ – не меншою ніж 1,5 висоти опори; до будівель ПС за кількості балонів, які зберігають на складі, до 500 шт. – не меншою ніж 20 м, понад 500 шт. – не меншою ніж 25 м, до зовнішньої огорожі ПС – не меншою ніж 5,5 м.

4.2.64 Протипожежні відстані від маслонаповненого устаткування з масою масла в одиниці устаткування 60 кг і більше до виробничих і складських будівель з категорією за пожежною небезпекою В, Г і Д на території ПС повинні бути не меншими ніж:

- 16 м – за ступенів вогнестійкості І і ІІ;
- 20 м – за ступенів вогнестійкості ІІІ, ІІІа, ІІІб;
- 24 м – за ступенів вогнестійкості ІV, ІVа і V.

Зазначені вище вимоги не розповсюджуються на випадки, наведені в **4.2.65**.

Відстані від будівлі ЗРУ до інших виробничих і складських будівель ПС повинні бути не меншими ніж 7 м. Зазначені відстані не виконують за умови, якщо стіну ЗРУ, повернуту в бік іншої будівлі, виконано протипожежною з межею вогнестійкості REI 150.

Відстані від маслонаповненого устаткування РУ ПС до будівель ЗРУ та інших технологічно пов'язаних будівель і споруд (щитів, КБ, СТК тощо) визначають технологічними вимогами.

Відстані від маслонаповненого електроустаткування до вибухонебезпечних зон і приміщень потрібно приймати відповідно до НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

4.2.65 У разі встановлення біля стіни будівлі виробничого або складського призначення категорії Г і Д масляних силових трансформаторів з масою масла понад 60 кг, які обслуговують ці будівлі, на відстані від них, більшій ніж 10 м, спеціальних вимог до стін, вікон і дверей будинків не пред'являють. У разі встановлення зазначених трансформаторів на відстані, меншій ніж 10 м від стіни, і в межах ділянок шириною *Б* (рис. 4.2.11) потрібно дотримуватися таких вимог:

- на першому поверсі в стінах будівлі не повинно бути вікон і дверей;
- на другому і третьому поверхах у стінах будівлі дозволено мати протипожежні вікна з межею вогнестійкості, не меншою ніж EI 60. Вище третього поверху дозволено мати вікна, які відчиняються всередину приміщення, з прорізами, захищеними зовні металевою сіткою з отворами розміром, не більшим ніж 25 мм × 25 мм;

– стіну будівлі з боку силових трансформаторів потрібно виконувати протипожежною з межею вогнестійкості REI 150. Стіна повинна перевищувати покрівлю будівлі не менше ніж на 0,6 м, якщо принаймні один з елементів покриття, за винятком покрівлі, виконано з матеріалів груп горючості Г3 або Г4; на 0,3 м, якщо принаймні один з елементів покриття, за винятком покрівлі, виконано з матеріалів груп горючості Г1 або Г2. Протипожежна стіна може не перевищувати покрівлю, якщо всі елементи, за винятком покрівлі, виконано з негорючих матеріалів;

– виконувати вентиляційні приймальні отвори в стіні будівлі заборонено; витяжні отвори з викидом незабрудненого повітря дозволено виконувати на висоті вище першого поверху. Виконувати вентиляційні отвори в огорожувальних конструкціях кабельних приміщень із боку трансформаторів на ділянці шириною B заборонено;

– відстань у просвіті між частинами трансформаторів, які найбільше виступають, і стіною будівлі повинна бути не меншою ніж 0,8 м;

– уздовж усіх основних силових трансформаторів потрібно передбачати проїзд шириною не менше ніж 3,5 м або пожежний під'їзд до кожного з них.

Наведені на рисунку 4.2.11 розміри a , b і A приймають до найбільш виступаючих частин трансформаторів на висоті до 1,9 м від поверхні землі. За одиничної потужності силових трансформаторів до 1,6 МВ · А відстань a приймають не меншою ніж 1,5 м, а для трансформаторів за одиничної потужності понад 1,6 МВ · А – не меншою ніж 2,0 м. Відстань b приймають згідно з 4.2.112.

Вимоги цього пункту поширюються також на КТП, установлені просто неба.

4.2.66 Відстані від житлових і громадських будинків до ПС потрібно приймати відповідно до вимог державних будівельних норм з містобудування та санітарних норм.

4.2.67 Для запобігання розтіканню масла і поширенню пожежі під час пошкодження маслonaповнених силових трансформаторів (шунтувальних реакторів) з кількістю масла понад 1 т в одиниці (в одному баку) потрібно застосовувати маслоприймачі з відведенням масла масловідводами в маслосбірники. Для трансформаторів (реакторів) потужністю до 10 МВ · А і маслonaповнених бакових вимикачів на напругу 110 кВ і вище дозволено виконувати маслоприймачі без відведення масла.

Об'єм маслоприймача з відведенням масла потрібно розраховувати на приймання 100 % масла, залитого в трансформатор (реактор).

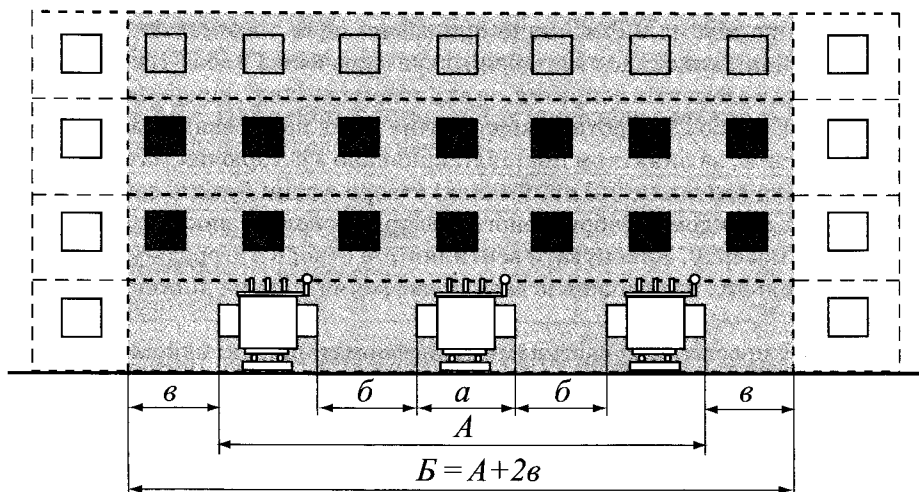
Об'єм маслоприймача без відведення масла потрібно розраховувати на приймання 100 % масла, залитого в трансформатор (реактор), і 80 % води засобів пожежогасіння з розрахунку зрошення площ маслоприймача і бічної поверхні трансформатора (реактора) з інтенсивністю 0,2 л/см² протягом 30 хв.

Об'єм маслоприймача для бакових вимикачів потрібно розраховувати на приймання 80 % масла, яке знаходиться в одному баку.

Габарити маслоприймача повинні виступати за габарити одиничного устаткування не менше ніж на 0,6 м за маси масла до 2 т; 1,0 м – за маси масла понад 2 т до 10 т; 1,5 м – за маси понад 10 т до 50 т; 2,0 м – за маси понад 50 т. У цьому разі габарит маслоприймача дозволено приймати меншим на 0,5 м з боку стіни або перегородки, розташованої від трансформатора (реактора) на відстані, меншій ніж 2,0 м.

Маслоприймачі з відведенням масла може бути виконано як заглибленого типу (дно – нижче рівня навколишнього планування землі), так і незаглибленого типу (дно – на рівні навколишнього планування землі).

Перший варіант



Другий варіант

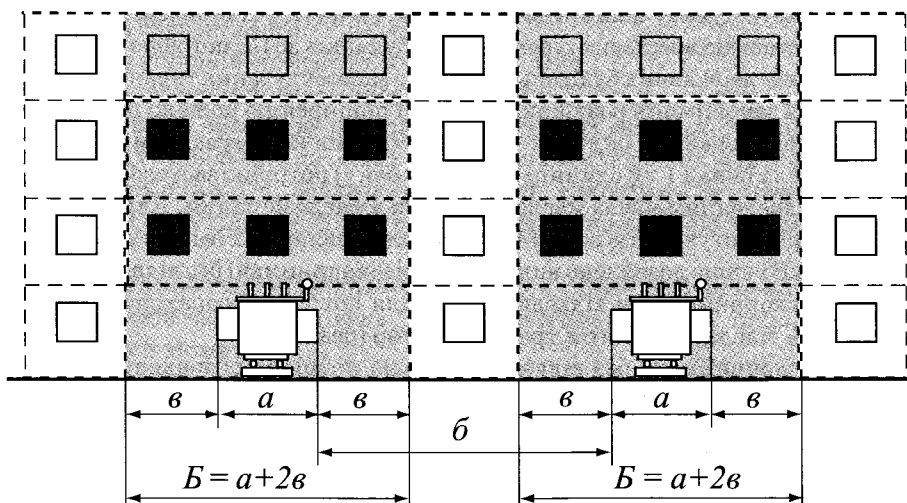
звичайне
вікно;вікно, яке
не відчиняють,
з армованим склом;вікно, яке відчиняють
усередину будинку,
з металевою сіткою зовні

Рисунок 4.2.11 – Вимоги до відкритого встановлення масляних силових трансформаторів біля виробничих будівель з виробничими приміщеннями категорій Г і Д

Незаглиблений маслоприймач потрібно виконувати у вигляді бортових огорож маслonaповненого електроустаткування. Висота бортових огорож повинна бути не меншою ніж 0,25 м і не більшою ніж 0,5 м над рівнем навколишнього планування землі.

У разі виконання заглибленого маслоприймача облаштування бортових огорож дозволено не виконувати.

Дно маслоприймача (заглибленого і незаглибленого) повинне мати ухил, не менший ніж 0,005, у бік приямка і бути засипаним чистим гравієм чи промитим гранітним щебенем або непористим щебенем іншої породи з частинками розміром від 30 мм до 70 мм. Товщина засипки повинна бути не меншою ніж 0,25 м.

Верхній рівень гравію (щебеню) повинен бути не менше ніж на 7,5 см нижчим від верхнього краю борта (у разі улаштування маслоприймачів з бортовими огородженнями) або рівня навколишнього планування (у разі улаштування маслоприймачів без бортових огорожень).

Дозволено не засипати дно маслоприймачів по всій площі гравієм. У цьому разі на системах відведення масла від трансформаторів (реакторів) потрібно передбачати установлення вогнезагороджувачів.

Маслоприймачі без відведення масла в маслосбірник потрібно виконувати заглибленої конструкції з металевою решіткою, поверх якої потрібно насипати шар чистого гравію, промитого гранітного щебеню або непористого щебеню іншої породи з частинками розміром від 30 мм до 70 мм товщиною не менше ніж 0,25 м. Крім того, потрібно передбачати пристрої для видалення масла і води з маслоприймачів і контролю наявності масла і води в маслоприймачі.

Облаштування маслоприймачів і масловідводів повинне унеможливлювати витікання масла чи масло-водяної емульсії з одного маслоприймача в інший, розтікання масла по кабельних та інших підземних спорудах, поширення пожежі, засмічення масловідводу і забивання його снігом, льодом тощо.

Масловідводи повинні забезпечувати відведення з маслоприймача масла і води, застосовуваної для гасіння пожежі автоматичними стаціонарними установками, в об'ємі 50 % масла і повного об'єму води за час, не більший ніж 15 хв, на безпечну в пожежному відношенні відстань від устаткування і споруд (але не меншу ніж 10 м). Масловідводи дозволено виконувати у вигляді підземних трубопроводів або відкритих кюветів і лотків.

Об'єм маслосбірників залежно від групи електричних ПС (додаток А) повинен становити:

- для відкритих ПС I групи – 100 % об'єму масла одиничного устаткування, яке вміщує найбільшу кількість масла, і 80 % розрахункового об'єму води, застосовуваної для автоматичного пожежогасіння силового трансформатора (реактора);
- для закритих ПС I групи – 100 % об'єму масла одиничного устаткування, яке вміщує найбільшу кількість масла, і 100 % розрахункового об'єму води, застосовуваної для автоматичного пожежогасіння силового трансформатора;
- для відкритих ПС II групи – 100 % об'єму масла одиничного устаткування, яке вміщує найбільшу кількість масла, і 80 % розрахункового об'єму води, застосовуваної для пожежогасіння з пожежних гідрантів;
- для закритих ПС II групи – 100 % об'єму масла одиничного устаткування, яке вміщує найбільшу кількість масла, і 80 % розрахункового об'єму води, застосовуваної для внутрішнього пожежогасіння будівлі ЗПС;

– для ПС III групи – 100 % об'єму масла одиничного устаткування, яке вміщує найбільшу кількість масла, і додатково 20 м³ (запас).

Маслозбірники потрібно передбачати закритого типу.

Вимоги цього пункту не поширюються на силові трансформатори (реактори) з елегазовим наповненням.

4.2.68 На ПС із установленими просто неба силовими трансформаторами на напругу 110 кВ і 150 кВ, одиничною потужністю 63 МВ · А і більше, з трансформаторами на напругу 220 кВ і вище незалежно від потужності, на ПС із синхронними компенсаторами, а також на закритих ПС напругою 110 кВ і вище з трансформаторами одиничною потужністю, меншою ніж 63 МВ · А, для гасіння пожежі потрібно передбачати протипожежний водопровід. Як джерело постачання води для протипожежного водопроводу потрібно використовувати існуючі зовнішні водопровідні мережі, водосховища, річки, ставки тощо, а за їх відсутності – спеціально передбачені резервуари або штучні водоймища.

На ПС із установленими просто неба силовими трансформаторами напругою від 35 кВ до 150 кВ, одиничною потужністю, меншою ніж 63 МВ · А, протипожежного водопроводу і протипожежних резервуарів (водоймищ) не передбачають.

4.2.69 Комплектну розподільну установку зовнішнього установлення (КРУЗ) і КТП з установленням їх просто неба потрібно розташовувати на спланованій площадці на висоті, не меншій ніж 0,2 м від рівня планування з виконанням біля шаф площадки для обслуговування. У районах, де можливі сніжні замети, КРУЗ і КТП дозволено установлювати просто неба на висоті, не меншій ніж 1,0 м.

Розташування КРУЗ і КТП повинне забезпечувати зручне викочування і транспортування трансформаторів і викочуваної частини камер.

ЗАКРИТІ РОЗПОДІЛЬНІ УСТАНОВКИ І ПІДСТАНЦІЇ

4.2.70 ЗРУ і ПС можуть бути розташованими як в окремих будівлях, так і у вбудованих і прибудованих приміщеннях. Прибудовувати ПС (РУ) до існуючої будівлі з використанням стіни будівлі як стіни ПС (РУ) дозволено за умови вжиття заходів, які запобігають порушенню гідроізоляції стику внаслідок осідання прибудованої ПС (РУ).

Додаткові вимоги до спорудження вбудованих і прибудованих ПС у житлових і громадських будинках зазначено в НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок» та в ДБН В.2.5-23:2010 «Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення».

4.2.71 ЗРУ різних класів напруг потрібно розміщувати в окремих приміщеннях. Ця вимога не поширюється на КТП напругою 35 кВ і нижче.

РУ напругою до 1 кВ дозволено розміщувати в одному приміщенні з РУ напругою понад 1 кВ за умови, що ці РУ буде експлуатувати одна організація.

Приміщення РУ, силових трансформаторів, перетворювачів тощо потрібно відділяти від службових та інших допоміжних приміщень.

Приміщення РУ, в якому встановлено КРУЕ або елегазові вимикачі напругою 35 кВ і вище, а також приміщення для їх ревізії та ремонту повинно бути ізольовано від інших приміщень.

4.2.72 У приміщенні ЗРУ напругою 35 кВ і вище і в закритих камерах силових трансформаторів потрібно передбачати стаціонарні пристрої або можливість застосування пересувних чи інвентарних вантажопідйомних пристроїв для механізації ремонтних робіт і технічного обслуговування устаткування.

У приміщенні КРУ потрібно передбачати площадку для ремонту і налагодження викочуваних елементів, якщо для цього не передбачено окремих приміщень.

4.2.73 У разі розміщення в ЗРУ блоків КРУЕ з закритою системою потрібно передбачати площадки для обслуговування блоків на різних рівнях, якщо таких площадок підприємства-виробники не постачають.

4.2.74 Трансформаторні приміщення і ЗРУ заборонено розміщувати:

- безпосередньо над і під приміщеннями з вибухонебезпечними зонами будь-якого класу;
- під приміщенням виробництв із мокрим технологічним процесом, під душовими, вбиральнями, ванними тощо;
- безпосередньо над і під приміщеннями, в яких у межах площі, займаної РУ або приміщеннями з масляними силовими трансформаторами, одночасно можуть перебувати більше ніж 50 осіб. Ця вимога не поширюється на трансформаторні приміщення із сухими трансформаторами або з негорючим, екологічно чистим наповненням.

4.2.75 Ізоляцію уводів, а також ізоляторів гнучких і жорстких відкритих установлених просто неба струмопроводів генераторів напругою від 6 кВ до 10 кВ потрібно вибирати на номінальну напругу 20 кВ, за напруги від 13,8 кВ до 24 кВ – на напругу 35 кВ. У разі розміщення ізоляторів в умовах забрудненої атмосфери їхню номінальну напругу вибирають з урахуванням ступеня забруднення.

4.2.76 Відстані в просвіті між неізольованими струмовідними частинами різних фаз, від неізольованих струмовідних частин до заземлених конструкцій і огорож, підлоги і рівня землі, а також між необгородженими струмовідними частинами різних кіл повинні бути не меншими значень, наведених у табл. 4.2.3 (рис. 4.2.12–4.2.15).

Гнучкі шини в ЗРУ на їхнє зближення під дією струмів КЗ потрібно перевіряти згідно з 4.2.53.

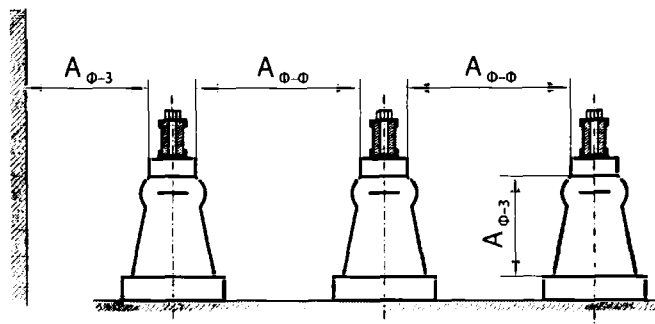


Рисунок 4.2.12 – Найменші відстані в просвіті між неізольованими струмовідними частинами різних фаз у ЗРУ та між ними і заземленими частинами

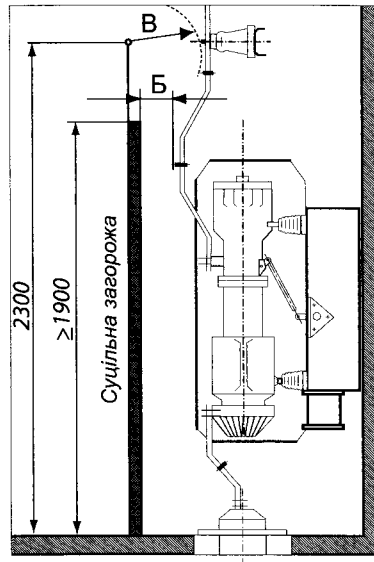


Рисунок 4.2.13 – Найменші відстані між неізолюваними струмовідними частинами в ЗРУ і суцільними загорожами

4.2.77 Відстань від рухомих контактів роз'єднувачів у вимкненому положенні до неізолюваної ошиновки своєї фази, приєднаної до другого контакту, повинна бути не меншою від розміру $Ж$ табл. 4.2.3 (рис. 4.2.14).

4.2.78 Неізолювані струмовідні частини для їх захисту від випадкових доторкань потрібно розміщувати в камерах або обгороджувати сітками тощо.

У разі розміщення неізолюваних струмовідних частин поза камерами і розташування їх нижче від розміру $Д$ згідно з табл. 4.2.3 від підлоги їх потрібно відгороджувати. Висота проходу під горизонтальною загорожею повинна бути не меншою ніж 1,9 м (рис. 4.2.15).

Струмовідні частини, розташовані вище загорожі до висоти 2,3 м від підлоги, потрібно розташовувати від площини загорожі на відстанях, наведених у табл. 4.2.3 для розміру $В$ (рис. 4.2.14).

Необгороджені струмовідні частини, які з'єднують конденсатор пристроїв високочастотного зв'язку, телемеханіки і захисту з фільтром, потрібно розміщувати на висоті, не меншій ніж 2,2 м. У цьому разі фільтр потрібно встановлювати на висоті, яка дає змогу виконувати ремонт (настройку) фільтра без зняття напруги з устаткування приєднань.

Апарати, в яких нижній край фарфору (полімерного матеріалу) ізоляторів розташовано над підлогою на висоті 2,2 м і більше, дозволено не обгороджувати, якщо виконання наведених вище вимог дотримано.

Застосовувати бар'єри як загорожі струмовідних частин у обгороджених камерах заборонено.

4.2.79 Необгороджені неізолювані струмовідні частини різних кіл, які перебувають на висоті, яка перевищує розмір $Д$ згідно з табл. 4.2.3, потрібно розташовувати на такій відстані одна від одної, щоб після вимикання будь-якого кола (наприклад,

секції шин) було забезпечене його безпечне обслуговування за наявності напруги на сусідніх колах. Зокрема, відстань між необгородженими струмовідними частинами, розташованими із двох боків коридору обслуговування, повинна відповідати розміру Γ згідно з табл. 4.2.3 (рис. 4.2.14).

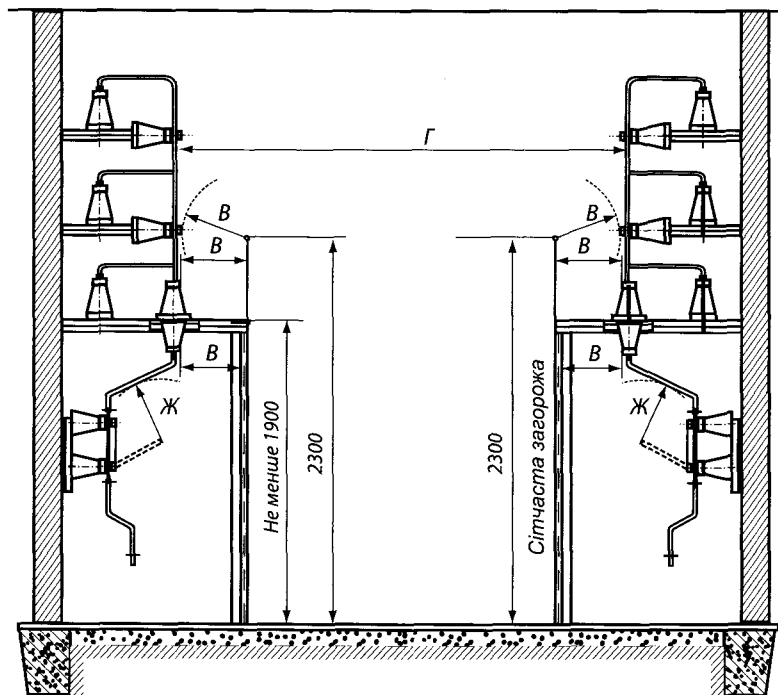


Рисунок 4.2.14 – Найменші відстані від неізолюваних струмовідних частин в ЗРУ до сітчастих загорож і між необгородженими струмопровідними частинами різних кіл

4.2.80 Ширина коридору обслуговування ЗРУ (за винятком ЗРУ з установленням КРУ з викочуваними елементами) повинна забезпечувати зручне обслуговування установки і переміщення устаткування. У цьому разі його ширина в просвіті між вертикальними площинами, проведеними через частини КРУ, які максимально виступають, або приводи комутаційних апаратів РУ, повинна бути не менше ніж:

- 1,0 м – у разі однібічного розташування устаткування;
- 1,2 м – у разі двобічного розташування устаткування.

Ширина вибухового коридору повинна бути не менше ніж 1,2 м.

Дозволено місцеве звуження коридору обслуговування, а також вибухового коридору будівельними конструкціями не більше ніж на 0,2 м.

4.2.81 Ширина коридору обслуговування КРУ з викочуваними елементами і КТП повинна забезпечувати зручність обслуговування, переміщення і розвертання устаткування та його ремонту.

У разі встановлення КРУ і КТП в окремих приміщеннях ширину коридору потрібно визначати з урахуванням таких вимог:

– у разі однорядного встановлення – довжина найбільшого з візків КРУ (з усіма частинами, які виступають) плюс не менше ніж 0,6 м;

– у разі дворядного встановлення – довжина найбільшого з візків КРУ (з усіма виступаючими частинами) плюс не менше ніж 0,8 м.

У всіх випадках ширина проходу повинна бути не меншою ніж 1 м і не меншою від розміру візка по діагоналі. У цьому разі місцеве звуження проходу навпроти викочуваних візків заборонено.

За наявності коридору обслуговування поза КРУ і КТП ширина коридору повинна бути не меншою ніж 0,8 м; дозволено окремі місцеві звуження не більше ніж на 0,2 м.

4.2.82 У разі відкритого встановлення КРУ і КТП у виробничих приміщеннях ширину вільного проходу вздовж КРУ і КТП потрібно визначати з урахуванням розташування виробничого устаткування, можливості транспортування найбільших елементів КРУ і КТП, але в кожному разі ширина вільного проходу повинна бути не меншою ніж 1,0 м.

4.2.83 Висота приміщення повинна бути не меншою від висоти КРУ, КТП, рахуючи від шинних уводів, перемичок або частин шаф, які виступають, плюс 0,8 м до стелі або 0,3 м до балок.

Дозволено мати меншу висоту приміщення, якщо забезпечено зручність і безпеку заміни, ремонту та налагодження устаткування КРУ, КТП, шинних уводів і перемичок.

4.2.84 У разі повітряних уводів у ЗРУ, КТП і ЗПС, які не перетинають проїздів або місця, де можливий рух транспорту, відстані від нижчої точки проводу до поверхні землі повинні бути не меншими від розміру E (табл. 4.2.3 і рис. 4.2.15).

За менших відстаней від проводу до рівня землі територію на відповідній ділянці під уводами потрібно огорожувати огорожею висотою 1,6 м; у цьому разі відстань від рівня землі до проводу в площині огорожі повинна бути не меншою від розміру E .

У разі повітряних уводів, які перетинають проїзди або місця, де можливий рух транспорту, відстані від нижчої точки проводу до рівня землі потрібно приймати згідно з табл. 2.5.33 глави 2.5 цих Правил.

У разі повітряних виводів зі ЗРУ на територію ВРУ зазначені відстані потрібно приймати згідно з табл. 4.2.1 для розміру Γ (рис. 4.2.4).

Відстані між суміжними лінійними уводами двох кіл повинні бути не меншими від значень, наведених у табл. 4.2.1 для розміру D , якщо не передбачено перегородок між уводами сусідніх кіл.

На покрівлі будівлі ЗРУ над повітряними уводами потрібно передбачати огорожу висотою не менше ніж 0,8 м, яка виходить у плані не менше ніж по 0,5 м від осей крайніх фаз, а також улаштування над уводами козирків тих самих габаритів у плані.

4.2.85 Виходи із ЗРУ потрібно виконувати з дотриманням таких вимог:

- за довжини РУ до 7 м дозволено мати один вихід;
- за довжини РУ понад 7 м до 60 м потрібно передбачати два виходи по його кінцях; дозволено розташовувати виходи із РУ на відстані 7 м від його торців;
- за довжини РУ понад 60 м, крім виходів по його кінцях, потрібно передбачати додаткові виходи з таким розрахунком, щоб відстань від будь-якої точки коридору обслуговування, керування або вибухового коридору до виходу була не більше ніж 30 м.

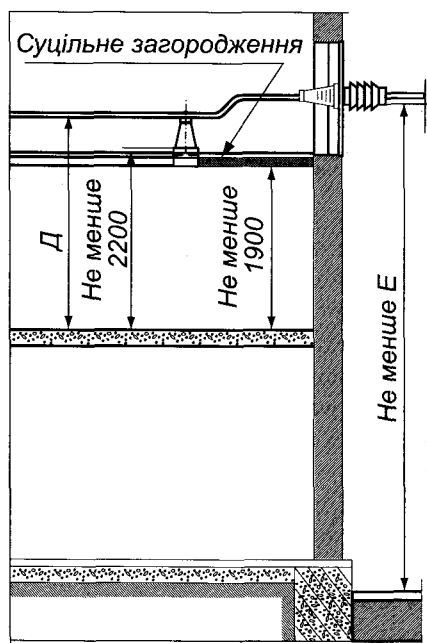


Рисунок 4.2.15 – Найменші відстані від підлоги до необгороджених неізолюваних струмовідних частин і нижнього краю фарфору (полімерного матеріалу) ізолятора і висота проходу в ЗРУ. Найменші відстані від поверхні землі до необгороджених лінійних виводів зі ЗРУ поза територією ВРУ та за відсутності проїзду транспорту під виводами

Виходи може бути виконано назовні, на сходову клітку або в інше виробниче чи складське приміщення категорії Г або Д, а також в інші відсіки РУ, відділені від даного протипожежними дверима з межею вогнестійкості, не меншою ніж EI 30. У багатоповерхових РУ другий і додатковий виходи може бути передбачено також на балкон із зовнішніми пожежними сходами.

Ворота камер із шириною стулки більше ніж 1,4 м повинні мати хвіртку, якщо їх використовують для виходу.

4.2.86 Вибухові коридори великої довжини потрібно розділяти на відсіки довжиною не більше ніж 60 м, перегородками з межею вогнестійкості не менше ніж EI 45 із дверима, виконаними згідно з 4.2.88 з межею вогнестійкості не менше ніж EI 30. Вибухові коридори повинні мати виходи назовні або на сходову клітку.

4.2.87 Підлоги приміщень РУ потрібно виконувати по всій площі кожного поверху на одній позначці. Конструкція підлог повинна унеможливити утворення цементного пилу.

Застосовувати пороги в дверях між окремими приміщеннями і в коридорах заборонено (як виняток див. у 4.2.90, 4.2.93, 4.2.95 і 4.2.96).

4.2.88 Двері з РУ повинні відчинятися в напрямку інших приміщень або назовні та мати самозамикальні замки, які відкриваються без ключа з боку РУ.

Двері між відсіками одного РУ або суміжними приміщеннями двох РУ повинні мати пристрій, який фіксує двері в зачиненому положенні і не перешкоджає відчиненню дверей в обох напрямках.

Двері між приміщеннями (відсіками) РУ різних напруг повинні відчинятися в бік РУ з нижчою напругою.

4.2.89 Замки у дверях приміщень РУ однієї напруги повинні відмикатися тим самим ключем; ключі від входних дверей РУ та інших приміщень не повинні підходити до замків камер.

Вимоги щодо застосування самозамикальних замків не поширюються на РУ міських і сільських розподільних електричних мереж напругою до 10 кВ.

4.2.90 Приміщення ЗРУ на територіях без охорони потрібно споруджувати без вікон. В інших випадках, у разі потреби в природному освітленні, дозволено мати вікна зі склоблоків або армованого скла.

У приміщенні ЗРУ вікна не повинні відчинятися.

Вікна має бути захищено сітками з отворами розміром, не більшим ніж 25 мм × 25 мм, установлюваними ззовні. У цьому разі дозволено використовувати вікна, які відчиняються всередину приміщення.

У верхній частині приміщення ЗРУ напругою від 110 кВ до 220 кВ з установленням маслонаповненого комутаційного устаткування та маслонаповнених силових трансформаторів потрібно передбачати віконні прорізи із заскленням площею, яка дорівнює 30 % площі однієї найбільшої зовнішньої стіни відповідно до НАПБ В. 01.056-2005/111 «Правила будови електроустановок. Протипожежний захист електроустановок».

4.2.91 В одному приміщенні з РУ напругою до 1 кВ і вище дозволено установлювати один масляний силовий трансформатор потужністю до 0,63 МВ · А або два масляних силових трансформатори потужністю кожний до 0,4 МВ · А, відділені від іншої частини приміщення перегородкою з межею вогнестійкості EI 45, висотою не менше від висоти трансформатора, включаючи уводи ВН. У цьому разі неізолювані струмовідні частини напругою понад 1 кВ потрібно обгороджувати згідно з **4.2.78**.

4.2.92 Апарати пускових пристроїв електродвигунів, синхронних компенсаторів тощо (вимикачі, пускові реактори, трансформатори тощо) дозволено встановлювати в загальній камері без перегородок між ними.

4.2.93 У камерах РУ, які мають виходи у вибуховий коридор, дозволено встановлювати силові трансформатори з масою масла до 600 кг.

Трансформатори напруги незалежно від маси масла в них дозволено встановлювати в обгороджених камерах РУ. У цьому разі в камері потрібно передбачати поріг або пандус, розрахований на утримання повного об'єму масла у вимірювальному трансформаторі.

4.2.94 У вибухових коридорах не дозволено встановлювати устаткування з відкритими струмовідними частинами.

4.2.95 У закритих окремо розташованих, прибудованих і вбудованих у виробничі приміщення ПС, у камерах силових трансформаторів, масляних вимикачів та інших маслонаповнених апаратів з масою масла або іншого екологічно безпечного рідинного діелектрика в одному баку до 600 кг у разі розташування камер на першому поверсі потрібно виконувати поріг або пандус для утримання повного об'єму рідини.

За маси масла або негорючого екологічно безпечного рідинного діелектрика в одному баку понад 600 кг потрібно влаштовувати приймач рідини, розрахований на

повний об'єм рідини або на утримання 20 % рідини з відведенням у маслосбірник. Облаштування приймача рідини потрібно виконувати згідно з **4.2.96**, підпункти в) і г).

Потрібно передбачати заходи проти розтікання рідини через дверні прорізи, кабельні споруди, прорізи вентиляційних каналів тощо.

4.2.96 У разі спорудження камер над підвалом, на другому поверсі і вище (див. також **4.2.117**), а також у разі облаштування виходу з камер у вибуховий коридор під маслоснаповненими силовими трансформаторами або трансформаторами з іншим екологічно безпечним рідинним діелектриком, масляними вимикачами та іншими маслоснаповненими апаратами потрібно виконувати приймачі рідини за одним із таких способів:

а) за маси масла в одному баку до 60 кг потрібно виконувати поріг або пандус для утримання повного об'єму масла;

б) за маси масла від 60 кг до 600 кг під трансформатором (апаратом) потрібно виконувати маслоприймач, розрахований на повний об'єм масла, або біля виходу з камери – поріг або пандус для утримання повного об'єму масла;

в) за маси масла в одному баку понад 600 кг потрібно виконувати:

1) маслоприймач, який вміщує не менше 20 % повного об'єму масла трансформатора або апарата, з відведенням масла в маслосбірник. Масловідвідні труби від маслоприймача під трансформаторами повинні мати діаметр, не менший ніж 10 см. З боку маслоприймачів масловідвідні труби потрібно захищати сітками;

2) маслоприймач без відведення масла в маслосбірник. У цьому разі маслоприймач потрібно перекривати решіткою із шаром чистого промитого гранітного (або іншої непористої породи) гравію товщиною 25 см або щебеню фракцією від 30 мм до 70 мм; він має бути розрахованим на повний об'єм масла; рівень масла повинен бути на 5 см нижче решітки. Верхній рівень гравію в маслоприймачі під трансформатором повинен бути на 7,5 см нижче отвору повітропідвідного вентиляційного каналу. Площа маслоприймача повинна бути більшою від площі основи трансформатора або апарата.

Дно маслоприймача повинне мати ухил 2 % у бік напрямка;

г) у разі встановлення устаткування із заповненням негорючим екологічно безпечним рідинним діелектриком потрібно виконувати заходи, зазначені в підпунктах а)–в) для масла, за винятком перекривання приймача рідини гравієм.

4.2.97 Вентиляційна система приміщень силових трансформаторів і реакторів повинна забезпечувати відведення теплоти в таких кількостях, щоб за номінального навантаження з урахуванням переважувальної здатності і максимальної розрахункової температури навколишнього середовища нагрівання трансформаторів і реакторів не перевищувало максимально припустимого для них значення.

Вентиляцію приміщень силових трансформаторів і реакторів потрібно виконувати таким чином, щоб різниця температур повітря, яке виходить із приміщення та входить до нього, не перевищувала: 15 °С – для трансформаторів; 30 °С – для реакторів на струм до 1000 А; 20 °С – для реакторів на струм понад 1000 А.

За неможливості забезпечити теплообмін природною вентиляцією потрібно передбачати примусову. У цьому разі потрібно контролювати її роботу за допомогою сигнальних апаратів.

У всіх інших електроприміщеннях вентиляцію передбачають з урахуванням кількості тепла, яке виділяє електроустаткування, ошиновка тощо.

У приміщеннях ЗРУ з установленням шаф КРУ потрібно передбачати заходи для унеможливлення утворення роси на ізоляції електроустаткування (штучне підігрівання, вентиляція тощо).

4.2.98 У будівлях ЗРУ та ПС із застосуванням обладнання КРУЕ необхідно передбачати допоміжні приміщення відповідно до вимог ГKD 34.20.507-2003 «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила» та приміщення для зберігання балонів з елєгазом. Приміщення КРУЕ, а також допоміжні приміщення треба відокремлювати одне від одного.

Приміщення з установленим обладнанням КРУЕ та для зберігання балонів повинні бути обладнаними сигналізаторами наявності елєгазу та припливно-витяжною вентиляцією. Контроль наявності елєгазу та увімкнення припливно-витяжної вентиляції необхідно здійснювати згідно з ГKD 34.20.507-2003 «Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила» та СОУ-Н-МЕВ 40.1-00100227-69:2012 «Виконання робіт з елєгазом. Настанова».

Рівень спрацювання приладу контролю і сигналізації наявності елєгазу в приміщенні має бути не вищим від значень гранично допустимої концентрації елєгазу в повітрі робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

4.2.99 Вибухові коридори, а також коридори для обслуговування обгороджених камер або КРУ, які містять устаткування, заповнене маслом або елєгазом, потрібно обладнувати аварійною витяжною вентиляцією, яка вмикається ззовні і яку не пов'язано з іншими вентиляційними пристроями. Аварійну вентиляцію потрібно розраховувати на п'ятиразовий обмін повітря за годину.

Припливні та витяжні вентиляційні отвори потрібно забезпечувати утепленими клапанами, які відкриваються ззовні.

4.2.100 У приміщеннях, в яких виробничий (електротехнічний) персонал перебуває протягом 6 год і більше, потрібно забезпечувати температуру повітря, не нижчу ніж 18 °C і не вищу ніж 28 °C.

У ремонтній зоні ЗРУ на час проведення ремонтних робіт потрібно забезпечувати температуру, не нижчу ніж 5 °C.

На ПС без постійного виробничого (електротехнічного) персоналу в приміщеннях технологічних щитів та в приміщеннях ЗРУ потрібно забезпечувати температуру згідно з технічними вимогами до устаткування та апаратів.

У приміщеннях з елєгазовим устаткуванням заборонено застосовувати обігрівальні прилади з температурою нагрівальної поверхні, яка перевищує 250 °C.

4.2.101 Отвори в огорожувальних конструкціях будівель і приміщень після прокладання струмопроводів та інших комунікацій потрібно зашпаровувати матеріалом, який забезпечує вогнестійкість, не нижчу ніж вогнестійкість самої огорожувальної конструкції, але не меншу ніж EI 60.

Інші отвори в зовнішніх стінах для запобігання проникненню тварин і птахів потрібно захищати металевими сітками або решітками з отворами розміром 10 мм × 10 мм.

4.2.102 Перекриття кабельних каналів і подвійних підлог потрібно виконувати знімними плитами з негорючих матеріалів у рівень із підлогою приміщення. Маса окремої плити перекриття не повинна перевищувати 50 кг.

4.2.103 Прокладати в камерах апаратів і силових трансформаторів транзитні кабелі і проводи заборонено. У виняткових випадках їх дозволено прокладати в металевих трубах.

Прокладати кола освітлення, керування і вимірювання дозволено всередині камер або поблизу неізолюваних струмовідних частин лише на коротких ділянках і в обсязі, необхідному для виконання з'єднань (наприклад, з вимірювальними трансформаторами).

4.2.104 Прокладати в приміщенні РУ потрібні для РУ (нетранзитні) трубопроводи опалення дозволено за умови застосування суцільних зварених металевих труб без фланців, вентилів тощо, а вентиляційних зварених коробів – без люків, засувки, фланців та інших подібних пристроїв. Дозволене також транзитне прокладання металевих трубопроводів опалення за умови, що кожен трубопровід укладено в суцільну водонепроникну оболонку.

УСТАНОВЛЕННЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ І РЕАКТОРІВ

4.2.105 Вимоги, викладені в **4.2.106–4.2.137**, поширюються на стаціонарне установлення в приміщеннях і просто неба силових трансформаторів (автотрансформаторів (АТ), регулювальних трансформаторів і шунтувальних і заземлювальних реакторів з ВН 3 кВ і вище.

Трансформатори, автотрансформатори і реактори, зазначені в цьому підрозділі, поійменовано в **4.2.106–4.2.137** терміном «трансформатори» крім спеціально оговорених.

Установлення допоміжного устаткування трансформаторів (електродвигунів системи охолодження, засобів вимірювальної техніки, пристроїв керування та пристроїв із запобігання вибуху бака масляних трансформаторів) належить виконувати за вимогами цієї глави Правил.

Вимоги **4.2.111, 4.2.112, 4.2.118 і 4.2.119** не поширюються на установлення трансформаторів, які входять до складу КТП із ВН до 10 кВ і ЩТП з ВН до 35 кВ.

4.2.106 Установлення трансформатора повинне забезпечувати зручні та безпечні умови його огляду без зняття напруги.

Для спостереження за рівнем масла в показниках на ПС, де передбачено загальне освітлення, у темний період доби потрібно установлювати додаткове освітлення показників, якщо загального освітлення недостатньо.

4.2.107 До газового реле трансформаторів і пристроїв із запобігання вибуху бака масляних трансформаторів потрібно забезпечувати безпечний доступ для спостереження і відбирання проб газу без зняття напруги. Для цього трансформатори, які мають висоту від рівня головки рейки до кришки бака 3 м і більше, потрібно обладнувати стаціонарними металевими сходами.

4.2.108 Для трансформаторів, які мають котки, у фундаментах потрібно передбачати напрямні. Для закріплення трансформатора на напрямних передбачають упори, які потрібно установлювати по обидва боки трансформатора.

Трансформатори масою до 2 т, не обладнані котками, дозволено встановлювати безпосередньо на фундаменті.

На фундаментах трансформаторів потрібно передбачати місця для встановлення домкратів.

У сейсмічних районах трансформатори потрібно встановлювати безпосередньо на фундаменті із кріпленням їх до заставних елементів фундаменту для запобігання їхнім зсувам у горизонтальному і вертикальному напрямках.

4.2.109 Трансформатори, обладнані пристроями газового захисту, потрібно встановлювати так, щоб кришка мала підйом у напрямку до газового реле не менше ніж 1 %, а маслопровід до розширника – не менше ніж 2 %.

4.2.110 Уздовж ряду встановлених просто неба основних трансформаторів (шунтувальних реакторів) потрібно передбачати проїзд шириною не менше ніж 3,5 м. Дозволено виконувати під'їзд шириною не менше ніж 3,5 м до кожного трансформатора окремо.

4.2.111 Уздовж шляхів перекочування, а також біля фундаментів трансформаторів масою понад 20 т потрібно передбачати анкери, які дають змогу закріплювати за них лебідки, напрямні блоки, поліспасти, що використовують під час перекочування трансформаторів в обох напрямках. У місцях зміни напрямку переміщення трансформатора потрібно передбачати площадки для встановлення домкратів.

4.2.112 Відстані в просвіті між установленими просто неба трансформаторами визначають за технологічними вимогами, вони повинні бути не меншими ніж 1,25 м.

Зазначену відстань приймають від найбільш виступаючих частин трансформаторів, розташованих на висоті до 1,9 м від поверхні землі.

4.2.113 Між установленими просто неба силовими трансформаторами напругою 110 кВ і вище з одиничною потужністю 63 МВ · А і більше, а також між ними і трансформаторами іншого призначення (резервних фаз однофазних трансформаторів, регулювальних, власних потреб будь-якої потужності тощо) потрібно передбачати розділювальні перегородки, якщо відстань у просвіті між трансформаторами, установленими на ПС, є меншою ніж 15 м. Для силових трансформаторів, установлених уздовж зовнішніх стін будівель електростанцій на відстані від стін, меншій ніж 40 м, розділювальні перегородки передбачають у разі, якщо відстань у просвіті між трансформаторами становить менше ніж 25 м.

Розділювальні перегородки повинні мати межу вогнестійкості, не меншу ніж EI 90, ширину – не меншу ширини маслоприймача (гравійної підсіпки) і висоту – не меншу ніж висота уводів ВН. Перегородки потрібно встановлювати за межами маслоприймача. Відстань у просвіті між трансформатором і перегородкою повинна бути не менше ніж 1,5 м.

Якщо трансформатори резервних фаз однофазних, власних потреб, регулювальні встановлені біля силових трансформаторів, обладнаних автоматичними установками пожежогасіння, і знаходяться в зоні дії захисту від внутрішніх пошкоджень силового трансформатора, то замість розділювальної перегородки дозволено виконувати автоматичну установку пожежогасіння трансформаторів резервних фаз, власних потреб або регулювального, об'єднану з установкою пожежогасіння силового трансформатора; у цьому разі дозволено споруджувати загальний маслоприймач.

4.2.114 Регулювальні трансформатори потрібно встановлювати в безпосередній близькості від автотрансформаторів, напругу яких регулюють, за винятком випадків, коли між автотрансформатором і регулювальним трансформатором передбачене установлення струмообмежувального реактора. Дозволено передбачати можливість перекочування силових і регулювальних трансформаторів по загальній колії.

4.2.115 Автоматичними установками пожежогасіння обладнують:

- масляні силові трансформатори на напругу 500 кВ і 750 кВ, незалежно від потужності, та на напругу 220 кВ і 330 кВ з одиничною потужністю 200 МВ · А і більше;
- масляні силові трансформатори на напругу 110 кВ і вище потужністю 63 МВ · А і більше, установлювані в закритих камерах.

Автоматичні установки пожежогасіння не застосовують у разі встановлення силових трансформаторів з електричним наповненням.

4.2.116 Пуск установки пожежогасіння має здійснюватися автоматично. Автоматичний пуск установки пожежогасіння потрібно дублювати дистанційним пуском зі щита керування і місцевим пуском. Пристрій місцевого пуску установки пожежогасіння потрібно розташовувати поблизу установки в безпечному в разі пожежі місці.

Вмикання установки пожежогасіння групи однофазних трансформаторів потрібно забезпечувати тільки на пошкоджені фази.

Технологічні установки автоматичного пожежогасіння та схеми керування установками пожежогасіння влаштовують з урахуванням вимог НАПБ В.01.056-2005/111 «Правила побудови електроустановок. Протипожежний захист електроустановок».

4.2.117 Кожен масляний трансформатор, розташований усередині приміщення, потрібно встановлювати в окремій камері (як виняток див. **4.2.91**), розташований на першому поверсі та ізолюваний від інших приміщень будівлі. Дозволено встановлювати масляні трансформатори на другому поверсі за умови забезпечення можливості транспортування трансформаторів назовні і видалення масла в аварійних випадках відповідно до вимог **4.2.96**, підпункт в), як для трансформаторів з масою масла понад 600 кг.

За необхідності встановлення трансформаторів усередині приміщень вище другого поверху і нижче рівня підлоги першого поверху вони повинні бути з негорючим екологічно чистим діелектриком або сухими залежно від умов навколишнього середовища і технології виробництва. Сухі трансформатори і трансформатори з негорючим заповненням установлюють відповідно до вимог **4.2.74**.

У разі розміщування трансформаторів нижче рівня підлоги першого поверху необхідно забезпечувати унеможливлення їх підтоплення ґрунтовими і повеневими водами та внаслідок пошкодження водопровідних або каналізаційних мереж.

Дозволено встановлювати в одній загальній камері два масляні трансформатори потужністю не більше ніж 1 МВ · А кожний, які мають загальне призначення, керування, захист і які розглядають як один агрегат.

Сухі трансформатори або трансформатори з негорючим екологічно чистим діелектриком дозволено встановлювати в загальній камері в кількості до шести одиниць, якщо це не викликає ускладнень щодо експлуатації під час проведення ремонтних робіт.

Кожна камера масляних трансформаторів повинна мати окремий вихід назовні або в суміжне приміщення з негорючими підлогою, стінами і перекриттями, які не містять вогне- і вибухонебезпечних предметів, апаратів і виробництв.

4.2.118 У разі закритого встановлення трансформаторів потрібно застосовувати трансформатори переважно з винесеною системою охолодження типу групової охолоджувальної установки (ГОУ).

4.2.119 Для трансформаторів, установлюваних усередині приміщень, відстані в просвіті від найбільш виступаючих частин трансформаторів, розташованих на висоті до 1,9 м від підлоги, повинні бути не меншими ніж:

- до задньої і бічної стін – 0,3 м для трансформаторів потужністю до $0,63 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ і 0,6 м – для трансформаторів більшої потужності;

- до полотна дверей або виступаючих частин стіни з боку входу – 0,6 м для трансформаторів потужністю $0,63 \text{ МВ} \cdot \text{А}$; 0,8 м – для трансформаторів потужністю понад $0,63 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ до $1,6 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ і 1,0 м – для трансформаторів потужністю понад $1,6 \text{ МВ} \cdot \text{А}$.

4.2.120 Підлога камер трансформаторів з рідинним наповненням повинна мати ухил 2 % у бік приймача рідини.

4.2.121 Двері (ворота) камер трансформаторів потрібно виконувати відповідно до вимог відповідних чинних НД з протипожежного захисту.

Безпосередньо за дверима камери дозволено встановлювати бар'єр (для огляду трансформатора з порога, без заходження в камеру) відповідно до вимог **4.2.26**.

4.2.122 У камерах трансформаторів дозволено встановлювати устаткування, яке належить до них (роз'єднувачі, ОПН, вентильні розрядники, дугогасні заземлювальні реактори тощо), а також устаткування системи охолодження.

4.2.123 Відстань по горизонталі від прорізу воріт трансформаторної камери вбудованої або прибудованої ПС до прорізу найближчого вікна або дверей приміщення цієї ПС повинна бути не менше ніж 1,0 м.

Викочувати трансформатори потужністю більше ніж $0,1 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ з камер у внутрішні проїзди шириною менше ніж 5 м між будинками заборонено. Ця вимога не поширюється на камери, які виходять у проходи і проїзди всередині виробничих приміщень.

4.2.124 Вентиляційна система камер трансформаторів повинна забезпечувати відведення тепла (див. **4.2.97**) і не повинна бути пов'язаною з іншими вентиляційними системами.

Стінки вентиляційних каналів і шахт потрібно виконувати з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості, не меншою ніж EI 30. Вентиляційні шахти і прорізи потрібно розташовувати таким чином, щоб у разі утворення або попадання в них вологи вона не могла стікати на трансформатори, або застосовувати заходи щодо захисту трансформатора від попадання вологи з шахти.

Вентиляційні прорізи потрібно закривати сітками з розміром отворів $1,0 \text{ см} \times 1,0 \text{ см}$ і захищати від попадання через них дощу і снігу.

4.2.125 Витяжні шахти камер трансформаторів, прибудованих до будівель з негорючими стінами та які мають покрівлю з горючого матеріалу, потрібно віддаляти від стін будівлі не менше ніж на 1,5 м, або ж конструкції покрівлі із горючого матеріалу потрібно захищати парпетом з негорючого матеріалу висотою не менше ніж 0,6 м. Виведення шахт вище покрівлі будівлі в цьому разі дозволено не виконувати.

Не дозволено розташовувати отвори витяжних шахт проти віконних прорізів будівель. У разі облаштування вихідних вентиляційних отворів безпосередньо в стіні камери їх не потрібно розташовувати під виступаючими елементами покрівлі з горючого матеріалу або під прорізами в стіні будівлі, до якої камера примикає.

Якщо над дверима або вихідним вентиляційним отвором камери трансформатора є вікно, то під вікном потрібно влаштовувати козирок з негорючого матеріалу

з вильотом, не меншим ніж 0,7 м. Довжина козирка повинна бути більшою від ширини вікна не менше ніж на 0,8 м у кожен бік.

4.2.126 Трансформатори з примусовим охолодженням потрібно забезпечувати пристроями для автоматичного пуску і зупинки пристрою системи охолодження.

Автоматичний пуск потрібно здійснювати залежно від температури верхніх шарів масла, а також залежно від струму навантаження трансформатора.

4.2.127 У разі застосування виносних охолоджувальних пристроїв їх потрібно розміщувати так, щоб не перешкоджати викочуванню трансформатора з фундаменту і залишалася можливість проведення їхнього ремонту на працюючому трансформаторі. Потік повітря від вентиляторів дуття не повинен бути спрямованим на бак трансформатора.

4.2.128 Розташування засувок охолоджувальних пристроїв повинне забезпечувати зручний доступ до них, можливість від'єднання трансформатора від системи охолодження або окремого охолоджувача від системи і викочування трансформатора без зливання масла чи іншого рідинного заповнювача з охолоджувачів.

4.2.129 Охолоджувальні колонки, адсорбери та інше устаткування в системі охолодження трансформатора з примусовою циркуляцією води та масла з направленим потоком масла Ц (OFWF) потрібно розташовувати в приміщенні, температура в якому не може бути нижчою ніж 5 °С. У цьому разі потрібно забезпечувати заміну адсорбера в цьому самому приміщенні.

4.2.130 Зовнішні трубопроводи систем охолодження трансформатора з примусовою циркуляцією повітря і масла ДЦ (OFAF) та води і масла Ц (OFWF) потрібно виконувати з нержавіючої сталі або матеріалів, стійких до корозії.

Розташування трубопроводів системи охолодження біля трансформатора не повинне утруднювати обслуговування трансформатора та охолоджувачів і має забезпечувати мінімальні трудовитрати під час викочування трансформатора. За потреби передбачають площадки і сходи, які забезпечували б зручний доступ до засувок і вентиляторів дуття.

4.2.131 У разі застосування виносної системи охолодження, складеної з окремих охолоджувачів, усі охолоджувачі (одиночні або здвоєні), розташовані в один ряд, потрібно встановлювати на загальний фундамент.

Групові охолоджувальні установки дозволено розміщувати як безпосередньо на фундаменті, так і на рейках, покладених на фундамент, якщо викочування цих установок передбачене на котках.

4.2.132 Шафи керування електродвигунами системи охолодження ДЦ (OFAF) і Ц (OFWF), а також системи охолодження трансформатора з примусовою циркуляцією повітря та масла з направленим потоком масла НДЦ (ODAF) потрібно встановлювати за межами маслоприймача. Дозволено навішувати шафи керування системою охолодження трансформатора з примусовою циркуляцією повітря і природною циркуляцією масла Д (ONAF) на бак трансформатора, якщо шафа та встановлюване в ній устаткування розраховане на роботу в умовах вібрації, створюваної трансформатором.

4.2.133 Трансформатори з примусовою системою охолодження потрібно обладнувати сигналізацією про припинення циркуляції масла (або іншого рідинного заповнювача), охолоджувальної води або зупинку вентиляторів дуття, а також про автоматичне вмикання резервного охолоджувача або резервного джерела живлення.

4.2.134 На ПС, де температура навколишнього повітря може бути нижчою від допустимої, для апаратури установок керування роботою трансформатора (шаф автоматичного керування системами охолодження, шаф приводу пристрою регулювання напруги під навантаженням тощо) потрібно передбачати електричне підігрівання з автоматичним керуванням для забезпечення надійного функціонування апаратури.

4.2.135 У разі встановлення трансформаторів просто неба вздовж машинного залу електростанції потрібно забезпечувати можливість перекочування трансформатора до місця ремонту без демонтажу елементів трансформатора і розбирання підтримувальних конструкцій струмопроводів, порталів, шинних мостів тощо.

4.2.136 Ремонтне обслуговування трансформаторів на ПС потрібно передбачати на місці їхнього встановлення за допомогою пересувних кранів або інвентарних пристроїв. Для цього поруч із кожним трансформатором потрібно передбачати площадку, розраховану на розміщення елементів, знятих з трансформатора, який ремонтують, такелажного оснащення та устаткування, необхідного для ремонтних робіт.

У стиснених умовах ПС дозволено передбачати одну ремонтну площадку зі спорудженням до неї колії для перекочування.

4.2.137 На ПС за наявності під'їзної залізниці або в разі передбачення аварійного введення в роботу резервної фази автотрансформатора перекочуванням потрібно споруджувати поздовжні шляхи перекочування трансформаторів.

РОЗПОДІЛЬНІ УСТАНОВКИ І ПІДСТАНЦІЙ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

4.2.138 Вимоги, наведені в **4.2.139–4.2.148**, поширюються на РУ та ПС напругою до 35 кВ, розташовані у виробничих приміщеннях.

4.2.139 На ПС може бути встановлено сухі, масляні силові трансформатори або трансформатори з негорючим екологічно чистим діелектриком.

У виробничих приміщеннях, які мають вибухонебезпечні чи пожежонебезпечні зони, РУ і ПС потрібно виконувати відповідно до вимог НПА ОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

РУ і ПС із маслonaповненим устаткуванням дозволено розміщувати на першому і другому поверхах у основних і допоміжних виробничих приміщеннях, які належать до категорії Г або Д будівель І або ІІ ступеня вогнестійкості, як в окремих приміщеннях, так і поза ними (далі – відкрите встановлення).

Розміщувати ПС з маслonaповненим устаткуванням у виробничих приміщеннях категорії В за пожежною небезпекою дозволено за погодженням з органами державного пожежного нагляду. Розміщення ПС без маслonaповненого устаткування такого погодження не потребує.

ПС дозволено встановлювати в запиленіх виробничих приміщеннях і приміщеннях з хімічно активним середовищем за умов застосування заходів, які забезпечують надійну роботу їх електроустаткування (див. **4.2.144**).

4.2.140 У виробничих приміщеннях силові трансформатори і РУ дозволено встановлювати в камерах, в окремих приміщеннях, а також і відкрито. У разі відкритого встановлення струмовідні частини трансформатора потрібно огорожувати, а РУ розміщувати в шафах захищеного або закритого виконання.

4.2.141 Установлювати КТП або силові трансформатори у виробничому приміщенні потрібно з дотриманням таких вимог:

а) на кожній ПС відкритого встановлення дозволено застосовувати масляні трансформатори із сумарною потужністю до $3,2 \text{ МВ} \cdot \text{А}$. Відстань у проєкті між масляними трансформаторами різних КТП, а також між обгородженими камерами масляних трансформаторів повинна бути не менше ніж 10 м;

б) в одному приміщенні ПС потрібно встановлювати переважно одну КТП (дозволено встановлювати не більше трьох КТП) з масляними трансформаторами сумарною потужністю не більше ніж $6,5 \text{ МВ} \cdot \text{А}$.

У разі розташування у виробничому приміщенні закритої камери масляного трансформатора маса масла повинна бути не більше ніж $6,5 \text{ т}$.

Відстань між окремими приміщеннями різних КТП або між закритими камерами масляних трансформаторів, розташованих усередині виробничої будівлі, не обмежують.

Обгороджувальні конструкції приміщення ПС, в якому встановлюють КТП із масляними трансформаторами, а також закритих камер масляних трансформаторів і апаратів з масою масла понад 60 кг, потрібно виконувати з негорючих матеріалів з межею вогнестійкості, не меншою ніж ЕІ 60.

Вимоги, наведені в підпункті б), поширюються також на прибудовані та вбудовані ПС, які передбачають викочування масляного трансформатора всередину будівлі;

в) сумарна потужність масляних трансформаторів ПС, установлених на другому поверсі, не повинна перевищувати $1 \text{ МВ} \cdot \text{А}$. Установлення КТП із масляними трансформаторами та масляних трансформаторів вище другого поверху заборонено;

г) для ПС із сухими трансформаторами або з негорючим рідким екологічно чистим діелектриком їх потужність, кількість, відстані між ними, а також поверх установлення не обмежують.

4.2.142 Під кожним силовим трансформатором і апаратом з масою рідинного наповнювача (масла або негорючого екологічно чистого діелектрика) понад 60 кг потрібно влаштовувати приймач рідини з дотриманням вимог **4.2.96**, підпункт в), як для трансформаторів і апаратів з масою масла понад 600 кг.

4.2.143 Вимикачі ПС, розташовані у виробничих приміщеннях, повинні бути безмасляними.

Установлювати бакові масляні вимикачі дозволено лише в закритих камерах у разі дотримання таких умов:

- кількість вимикачів на ПС повинна бути не більше трьох;
- маса масла в кожному вимикачі не повинна перевищувати 60 кг.

4.2.144 Вентиляція ПС, розташованих в окремих приміщеннях, повинна відповідати **4.2.97–4.2.99**.

У разі облаштування вентиляції камер трансформаторів і приміщень ПС (КТП), розташованих у виробничих приміщеннях з нормальним повітряним середовищем, дозволено забирати повітря безпосередньо з цеху.

Для вентиляції камер трансформаторів і приміщень ПС (КТП), розташованих у приміщеннях з повітрям, яке містить пил, електропровідні або роз'їдаючі суміші, повітря потрібно забирати ззовні або очищати фільтрами.

У виробничих будівлях з перекриттями з негорючих матеріалів повітря з камер трансформаторів і приміщень ПС (КТП), розміщених усередині цеху, дозволено відводити безпосередньо в цех.

У виробничих будівлях з перекриттями з горючих матеріалів повітря з камер трансформаторів і приміщень ПС (КТП), споруджених усередині цеху, потрібно відводити по витяжних шахтах, виведених вище покрівлі будівлі не менше ніж на 1,0 м (див. також 4.2.125).

4.2.145 Керування примусовою вентиляцією камер силових трансформаторів виконують відповідно до технологічних функцій цієї вентиляції та з урахуванням вимог пожежної безпеки.

4.2.146 Підлога вбудованої у виробниче приміщення і прибудованої ПС повинна бути не нижчою від рівня підлоги виробничого приміщення (цеху).

4.2.147 Відкрито встановлені в цеху КТП і КРУ повинні мати сітчасту конструкцію огорожі. Усередині огорожі потрібно передбачати проходи, не менші від зазначених у 4.2.82.

КТП і КРУ потрібно розміщувати в межах «мертвої зони» роботи цехових підйомно-транспортних механізмів. У разі розташування ПС і РУ в безпосередній близькості від шляхів проїзду внутрішньоцехового транспорту, руху підйомно-транспортних механізмів потрібно вживати заходів щодо захисту ПС і РУ від випадкових пошкоджень (відбійні конструкції, світлова сигналізація тощо).

4.2.148 Ширину проходів і висоту приміщень для встановлення КРУ і КТП потрібно виконувати згідно з вимогами 4.2.81–4.2.83.

ЩОГЛОВІ ТРАНСФОРМАТОРНІ ПІДСТАНЦІ І СЕКЦІЙНІ ПУНКТИ

4.2.149 Вимоги, наведені в 4.2.150–4.2.160, стосуються особливостей ЩТП з ВН до 35 кВ і низькою напругою (НН) до 1 кВ (у тому числі у виконанні КТП з ВН до 10 кВ), секційних пунктів (СП) напругою до 35 кВ, установлених просто неба.

В усьому іншому, що не обумовлено в 4.2.150–4.2.160, потрібно керуватися вимогами інших пунктів цієї глави.

4.2.150 Приєднання силового трансформатора до мережі ВН 6 кВ або 10 кВ потрібно виконувати за допомогою запобіжників і роз'єднувача (вимикача навантаження), комбінованого апарата «запобіжник-роз'єднувач». У мережах 35 кВ таке приєднання виконують вимикачем (реклоузером) через роз'єднувач з боку можливої подачі напруги.

4.2.151 Роз'єднувач (вимикач навантаження), комбінований апарат «запобіжник-роз'єднувач» ЩТП потрібно встановлювати на кінцевій (відгалужувальній) опорі ПЛ.

Роз'єднувач КТП і СП дозволено встановлювати безпосередньо як на кінцевій (відгалужувальній) опорі ПЛ, так і на їх конструкціях.

Роз'єднувачі, через які виконано приєднання ЩТП, КТП та СП, повинні мати заземлюючі ножі. Приводи комутаційних апаратів повинні бути керованими, як правило, з поверхні землі та обладнаними пристроями для замикання на замок.

4.2.152 На ЩТП і СП без огорожі відстань по вертикалі від поверхні землі до неізольованих струмовідних частин за відсутності руху транспорту під повітряними уводами повинна бути не менше ніж 3,5 м для напруги до 1 кВ; 4,5 м – для напруги 6–20 кВ та 4,75 м – для напруги 35 кВ.

На СП з огорожею висотою не менше ніж 1,8 м вищезазначені відстані до неізованих струмовідних частин напругою 6–35 кВ може бути зменшено до розміру U , зазначеного в табл. 4.2.1. У цьому разі в площині огорожі відстань від нижнього проводу до верхнього краю огорожі повинна бути не менше від розміру D , зазначеного в тій самій таблиці.

4.2.153 У разі повітряних уводів на ЩТП і СП, які перетинають проїзди або місця, де можливий рух транспорту, відстань від нижнього проводу до рівня землі потрібно приймати згідно з табл. 2.5.33 глави 2.5 цих Правил.

4.2.154 Для обслуговування ЩТП потрібно обладнувати площадку обслуговування на висоті, не меншій ніж 3 м, з поручнями. Для підймання на площадку рекомендовано застосовувати сходи з пристроєм, який забороняє підймання по них за увімкненого комутаційного апарата.

Для ЩТП, розміщених на одностоякових опорах, облаштування площадок та сходів дозволено не виконувати.

4.2.155 Елементи ЩТП, які залишаються під напругою за вимкненого комутаційного апарата, повинні перебувати поза зоною досяжності з рівня площадки обслуговування. Вимкнене положення комутаційного апарата має бути видимим з площадки обслуговування.

4.2.156 З боку НН силового трансформатора потрібно встановлювати апарат, який забезпечує видимий розрив.

4.2.157 Електричні провідники в ЩТП між силовим трансформатором і низьковольтним щитом, а також між щитом і ПЛ НН потрібно захищати від механічних пошкоджень (трубою, швелером тощо).

4.2.158 ЩТП потрібно розташовувати на відстані, не меншій ніж 3 м, від будівель I, II, III, IIIа, IIIб ступенів вогнестійкості і не меншій ніж 5 м – від будівель IV, IVа і V ступенів вогнестійкості.

Також необхідно дотримуватися вимог, наведених у 4.2.64.

4.2.159 Опори ПЛ, використані як конструкції ЩТП (СП), повинні бути анкерними або кінцевими.

4.2.160 У місцях можливого наїзду транспорту на ЩТП (СП) потрібно захищати їх відбійними тумбами.

ЗАХИСТ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

4.2.161 РУ, РП і ПС повинні мати захист від прямих ударів блискавки та грозових хвиль, які можуть прийти з приєднаних ПЛ. Цей захист виконують з урахуванням кількості грозових годин на рік за допомогою стрижньових, тросових блискавководвідів і захисних апаратів (ЗА), установлених у РУ, а також грозозахисних тросів і ЗА, установлених на підходах ПЛ до РУ. До ЗА відносяться ОПН, РВ, розрядники довгоіскрові (РДІ), захисні іскрові проміжки (ІП).

Дозволено застосовувати ОПН сумісно з РВ в одній РУ під час реконструкції існуючих ПС із заміною РВ на ОПН за умови, що залишкова напруга на ОПН для класів напруг від 110 кВ до 750 кВ за номінального розрядного струму становить менше ніж 90 % залишкової напруги на відповідному РВ, а залишкова напруга на ОПН для класів напруг від 6 кВ до 35 кВ є не більшою від залишкової напруги на

відповідному РВ. На різних фазах одного приєднання потрібно встановлювати ЗА одного типу (трифазний комплект ОПН).

У разі встановлення додаткових ОПН під час реконструкції існуючого РУ з ОПН усі ЗА цього РУ потрібно координувати між собою за номінальною і залишковою напругами, а також за питомою енергоємністю.

4.2.162 ВРУ напругою від 15,75 кВ до 750 кВ і **ПС** напругою від 35 кВ до 750 кВ, а також будівлі ЗРУ і ЗПС потрібно захищати від прямих ударів блискавки. Улаштування блискавкозахисту ВРУ, ЗРУ та ЗПС необхідно виконувати з урахуванням технологічних особливостей об'єктів та вимог чинного ДСТУ Б В.2.5-38 «Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд».

На відкритих ПС напругою 35 кВ з трансформаторами одиничною потужністю до 1,6 МВ·А незалежно від кількості таких трансформаторів, а також на відкритих ПС напругою від 3 кВ до 10 кВ з трансформаторами будь-якої потужності захист від прямих ударів блискавки не виконують.

Захист будівель ЗРУ і ЗПС, які мають металеві покриття покрівлі, потрібно виконувати заземленням цих покриттів. За наявності залізобетонної покрівлі і безперервного електричного зв'язку окремих її елементів захист виконують заземленням її арматури.

Захист будівель ЗРУ і ЗПС, дах яких не має металевого покриття або залізобетонної покрівлі з безперервним електричним зв'язком окремих її елементів, потрібно виконувати стрижньовими блискавковідводами або укладанням грозозахисної сітки безпосередньо на дах будівлі.

У разі встановлення стрижньових блискавковідводів на будівлі, яку захищають, від кожного блискавковідводу потрібно прокладати не менше двох заземлювальних провідників переважно по протилежних боках будівлі.

Грозозахисну сітку потрібно виконувати зі сталевого, алюмінієвого або мідного провідника мінімальним перерізом 50, 35, 25 мм² відповідно і укладати на покрівлю безпосередньо або під шар негорючих утеплювача або гідроізоляції. Сітка повинна мати крок чарунки 5, 10 та 20 м для рівнів блискавкозахисту I, II–III та IV відповідно. Вузли сітки потрібно з'єднувати зварюванням, паянням, допускається також вставка в затискний наконечник або болтове кріплення. Заземлювальні провідники, що з'єднують грозозахисну сітку із заземлювачем ПС, потрібно прокладати не менше ніж у двох місцях (переважно з протилежних боків будівлі) і на відстані не більше ніж через 10, 15, 20 та 25 м (для рівнів блискавкозахисту I, II, III та IV відповідно) один від одного по периметру будівлі. Заземлювальні провідники повинні мати роз'ємне (болтове) з'єднання, розташоване на висоті, не більшій ніж 1 м від рівня планування, доступне для огляду та приєднання апаратів, приладів.

Як заземлювальні провідники дозволено використовувати металеві та залізобетонні (у разі, якщо принаймні частина арматури є ненапруженою) конструкції будівель. У цьому разі безперервний електричний зв'язок потрібно забезпечувати від блискавкоприймача (грозозахисної сітки або стрижньового блискавковідводу) до заземлювача. Металеві елементи будівлі (труби, вентиляційні пристрої тощо) потрібно з'єднувати з металевою покрівлею або грозозахисною сіткою. У разі введення ПЛ у ЗРУ і ЗПС через прохідні ізолятори, розташовані на відстані, меншій

ніж 10 м від інших струмопроводів та пов'язаних з ними струмовідних частин, ці ізолятори потрібно захищати ОПН.

Допоміжні будівлі і споруди (насосна станція, прохідна тощо), розташовані на території ПС, потрібно захищати від прямих ударів блискавки і їх вторинних проявів відповідно до вимог чинних НД з улаштування блискавкозахисту будівель і споруд.

4.2.163 Захист ВРУ напругою 15,75 кВ і вище від прямих ударів блискавки потрібно виконувати окремо встановленими чи установленими на конструкціях стрижньовими блискавковідводами. Дозволено використовувати захисну дію високих споруд, які є блискавкоприймачами (опори ПЛ, прожекторні щогли, радіощогли тощо).

На конструкціях ВРУ напругою 15,75 кВ і вище стрижньові блискавковідводи дозволено установлювати за еквівалентного питомого опору землі в грозовий сезон, а саме:

- до 500 Ом • м – незалежно від площі заземлювача ПС;
- понад 500 Ом • м – за площі заземлювача ПС 10 000 м² і більше.

Від стояків конструкцій ВРУ напругою від 15,75 кВ до 150 кВ із блискавковідводами потрібно забезпечувати розтікання струму блискавки по заземлювачу не менше ніж у двох напрямках з кутом, не меншим ніж 90° між сусідніми напрямками. Крім того, потрібно встановлювати не менше двох вертикальних електродів довжиною від 3 м до 5 м для ВРУ напругою 15,75 кВ і 35 кВ або одного вертикального електрода такої самої довжини для ВРУ напругою 110 кВ і 150 кВ на відстані, яка є не меншою довжини електрода від місця з'єднання заземлювального провідника стояка і заземлювача, але не більшою ніж 10 м від точки з'єднання. Якщо точки приєднання до заземлювача стояків двох сусідніх блискавковідводів розташовано одна від одної на відстані до 20 м по заземлювачу, дозволено встановлювати один вертикальний електрод на два стояки.

На ВРУ напругою 220 кВ і вище із блискавковідводами дозволено забезпечувати розтікання струму блискавки по заземлювачу без установлення вертикальних електродів.

На порталах ВРУ напругою 15,75 кВ і 35 кВ із стрижньовими блискавковідводами потрібно застосовувати ізоляційні підвіси на напругу 110 кВ з урахуванням **4.2.49** і глави 1.9 цих Правил.

У разі встановлення блискавковідводів на кінцевих опорах ПЛ напругою 110 кВ і вище спеціальні вимоги до виконання ізоляційних підвісів не застосовують.

У разі застосування ізоляційних підвісів із полімерних ізоляторів їх довжина для зазначених вище умов повинна бути не меншою від довжини ізоляційних підвісів із підвісних ізоляторів.

Установлювати блискавковідводи на кінцевих опорах ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ заборонено.

Відстань повітрям від конструкцій ВРУ з блискавковідводами до струмовідних частин повинна бути не менше від довжини ізоляційного підвісу.

Місце приєднання конструкції із стрижньовим або тросовим блискавковідводом до заземлювача ПС потрібно розміщувати на відстані, не меншій ніж 15 м по заземлювачу від місця приєднання до заземлювача силових трансформаторів, шунтувальних реакторів (ШР) і конструкцій КРУЗ напругою 6 кВ і 10 кВ.

Відстань у землі між точкою приєднання блискавковідводу до заземлювача і точкою приєднання нейтралі чи бака силового трансформатора до заземлювача повинна бути не менше ніж 3 м.

4.2.164 На трансформаторних порталах, порталах шунтувальних реакторів і конструкціях ВРУ, віддалених від силових трансформаторів або реакторів по заземлювачу на відстань, меншу за 15 м, блискавковідводи дозволено встановлювати тільки за еквівалентного питомого опору землі в грозовий сезон не більше ніж $350 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ і за дотримання таких умов:

- безпосередньо на всіх виводах обмоток СН і НН напругою від 3 кВ до 35 кВ силових трансформаторів або на відстані, не більшій ніж 5 м від них по ошиновці, з урахуванням відгалужень до ЗА, потрібно встановлювати ОПН;

- потрібно забезпечувати розтікання струму блискавки по заземлювачу від стояка конструкції з блискавковідводом у трьох-чотирьох напрямках з кутом між ними, не меншим ніж 90° ;

- на кожному напрямку, на відстані від 3 м до 5 м від краю фундаменту стояка з блискавковідводом потрібно встановлювати по одному вертикальному електроду довжиною від 3 м до 5 м;

- на ПС з ВН 35 кВ у разі встановлення блискавковідводу на трансформаторному порталі опір заземлювача не повинен перевищувати 4 Ом без урахування заземлювачів, розміщених поза заземлювачем ВРУ;

- точки приєднання заземлювальних провідників ОПН і силових трансформаторів потрібно розміщувати поблизу одна від одної або таким чином, щоб місце приєднання ОПН до заземлювача знаходилося між точками приєднання заземлювальних провідників portalу з блискавковідводом і трансформатора. Заземлювальні провідники вимірювальних трансформаторів струму потрібно приєднувати до заземлювача РУ в найбільш віддалених точках від приєднання до нього заземлювальних провідників ОПН.

4.2.165 Захист від прямих ударів блискавки ВРУ, на конструкціях яких установлювати блискавковідводи не дозволено, потрібно виконувати блискавковідводами, що стоять окремо, відстань повітрям від яких у метрах до струмовідних частин повинна становити:

$$S_{CB} \geq A_{\Phi-3,Г} + 0,12 \times R, \quad (4.2.6)$$

де $A_{\Phi-3,Г}$ – найменша відстань в просвіті за гнучких шин між струмовідними та заземленими частинами, м (див. 4.2.52);

R – опір заземлення блискавковідводу, що стоїть окремо, Ом, який визначають згідно з табл. 2.5.29 глави 2.5 цих Правил.

Відстань S_3 , у метрах, між відокремленим заземлювачем блискавковідводу і заземлювачем ВРУ (ПС) повинна становити (але не менше ніж 5 м):

$$S_3 > 0,2 \times R. \quad (4.2.7)$$

Відстань повітрям $S_{П.В.}$, у метрах, між блискавковідводом, що стоїть окремо, з відокремленим заземлювачем та заземленими конструкціями або устаткуванням ВРУ (ПС) повинна становити (але не менше ніж 5 м):

$$S_{\text{ПВ}} > 0,12 \times R + 0,1 \times H, \quad (4.2.8)$$

де H – висота заземленої конструкції або устаткування ВРУ (ПС) над рівнем землі, м.

Блискавковідводи, що стоять окремо, з відокремленими заземлювачами, які не відповідають вимогам формул (4.2.7), (4.2.8), мають бути приєднаними до заземлювача ВРУ (ПС) з дотриманням зазначених у 4.2.163 умов для встановлення блискавковідводів на конструкціях ВРУ.

Приєднувати заземлювачі блискавковідводів, що стоять окремо, до заземлювача ВРУ (ПС) дозволено на відстані, меншій ніж 15 м по заземлювачу від місця приєднання до заземлювача силового трансформатора (реактора), якщо дотримано вимоги та умови, зазначені в 4.2.164, для встановлення блискавковідводів на трансформаторних порталах.

Заземлювачі блискавковідводів, установлених на прожекторних щоглах, потрібно приєднувати до заземлювача ПС. У разі неможливості виконання умов, зазначених у 4.2.163, додатково до загальних вимог приєднання заземлювачів блискавковідводів, які стоять окремо, потрібно дотримуватися таких умов:

- у радіусі 5 м від краю фундаменту блискавковідводу потрібно встановлювати три вертикальних електроди довжиною від 3 м до 5 м;
- якщо відстань по заземлювачу між місцем приєднання заземлювального провідника блискавковідводу до заземлювача ВРУ (ПС) і місцем приєднання до заземлювача ВРУ (ПС) силового трансформатора (ШР) перевищує 15 м, але є меншою ніж 40 м, то на виводах обмоток напругою до 35 кВ трансформатора потрібно встановлювати ОПН.

Не дозволено встановлювати блискавковідводи на конструкціях ВРУ, які знаходяться на відстані, меншій ніж 15 м від силових трансформаторів, до яких відкритими струмопроводами приєднано обертові машини, а також на конструкціях відкритих струмопроводів, до яких приєднано обертові машини. У цих випадках для блискавкозахисту потрібно застосовувати блискавковідводи, які стоять окремо, або блискавковідводи, встановлені на інших конструкціях.

4.2.166 Тросові блискавковідводи ПЛ напругою 110 кВ і вище можна приєднувати до заземлених конструкцій ВРУ (ЗПС).

Від стояків конструкцій ВРУ напругою 110 кВ і вище, до яких приєднано тросові блискавковідводи, потрібно забезпечувати розтікання струму блискавки по заземлювачу не менше ніж у двох-трьох напрямках з кутом, не меншим ніж 90° між ними.

Тросові блискавковідводи, які захищають підходи ПЛ напругою 35 кВ, дозволено приєднувати до заземлених конструкцій ВРУ за еквівалентного питомого опору землі в грозовий сезон, а саме:

- до 500 Ом · м – незалежно від площі заземлювача ПС;
- понад 500 Ом · м – за площі заземлювача ПС 10 000 м² і більше.

Від стояків конструкцій ВРУ напругою 35 кВ, до яких приєднано тросові блискавковідводи, з'єднання із заземлювачем ВРУ потрібно виконувати не менше ніж у двох-трьох напрямках з кутом, не меншим ніж 90° між ними. Крім того, на кожному напрямку потрібно встановлювати по одному вертикальному електроду довжиною від 3 м до 5 м на відстані, не меншій ніж 5 м від краю фундаменту стояка.

Опір заземлювачів найближчих до ВРУ опор ПЛ напругою 35 кВ не повинен перевищувати 10 Ом.

Тросові блискавковідводи на підходах ПЛ напругою 35 кВ до тих ВРУ, до яких не дозволено їх приєднувати, повинні закінчуватися на найближчій до ВРУ опорі. Перший від ВРУ безтросовий прогін цих ПЛ потрібно захищати стрижньовими блискавковідводами, установленими на ПС, опорах ПЛ або біля ПЛ.

4.2.167 У разі використання прожекторних щогл як блискавковідводів електропроводку до них на ділянці від точки виходу з кабельної споруди до щогли й далі по ній потрібно виконувати кабелями з металевою оболонкою або кабелями без металевої оболонки в металевих трубах. Біля конструкції з блискавковідводом ці кабелі потрібно прокладати безпосередньо в землі на довжині, не меншій ніж 10 м.

У місці введення кабелів у кабельну споруду металеву оболонку кабелів, броню і металеву трубу потрібно приєднувати до заземлювача ПС.

4.2.168 ПЛ напругою 35 кВ і вище повинні мати грозозахисні підходи до ПС. Грозозахисний підхід ПЛ до ПС, як правило, виконують грозозахисним тросом (тросами); дозволяється захищати підхід до ПС ЗА, встановленими на опорах, за умови забезпечення достатнього згладжування фронту імпульсної напруги і струму в ЗА на РУ. Довжина грозозахисних підходів, виконаних тросом, залежить від відстані між найближчим ОПН та силовим трансформатором (табл. 4.2.5–4.2.8) і становить:

- від 1 км до 2 км – для ПЛ напругою 35 кВ;
- від 1 км до 3 км – для ПЛ напругою 110 кВ;
- від 2 км до 3 км – для ПЛ напругою від 150 кВ до 330 кВ;
- до 4 км – для ПЛ напругою 500 кВ і 750 кВ.

Захисні кути грозозахисних тросів та опір заземлювачів опор підходів ПЛ повинні відповідати значенням, наведеним відповідно у 2.5.119 і 2.5.127 глави 2.5 цих Правил.

На кожній опорі підходу ПЛ, за винятком випадків, передбачених у 2.5.120 глави 2.5 цих Правил, трос потрібно приєднувати до заземлювача опори.

Якщо виконання заземлювачів з вертикальними електродами виявляється неможливим, застосовують горизонтальні заземлювачі, які прокладають уздовж осі ВЛ від опори до опори з приєднанням до заземлювальних спусків опор.

У п'ятому та шостому районах кліматичних умов з ожеледі, у гірській місцевості з характеристичним значенням навантаження від ожеледі понад 30 Н/м і в районах з еквівалентним питомим опором землі, більшим ніж 500 Ом·м, захист підходів ПЛ до РУ (ПС) дозволено виконувати стрижньовими блискавковідводами, що стоять окремо, з використанням залізобетонних фундаментів стояків як заземлювачів, опір заземлювальних пристроїв яких не нормується.

Для ПС напругою 35 кВ з одним трансформатором потужністю до 1,6 МВ·А без резервного живлення дозволено зменшувати довжину грозозахисного підходу ПЛ до 0,5 км за умови застосування опор ПЛ напругою 35 кВ з горизонтальним розташуванням проводів і з двома тросами.

4.2.169 На першій опорі грозозахисного підходу ПЛ напругою 35 кВ і 110 кВ на відстані від ПС, обумовленій табл. 4.2.5, потрібно встановлювати комплект відповідних ЗА1 у разі, якщо:

- лінію на всій довжині, включаючи грозозахисний підхід, побудовано на дерев'яних опорах;

- лінію побудовано на дерев'яних опорах, грозозахисний підхід лінії побудовано на металевих або залізобетонних опорах;

- захист грозозахисного підходу ПЛ напругою 35 кВ на дерев'яних опорах до ПС напругою 35 кВ виконано за спрощеною схемою згідно з **4.2.179**.

Установлювати ЗА1 на початку підходів ПЛ, побудованих на всій довжині на металевих або залізобетонних опорах, не потрібно.

Опір заземлююча опора ПЛ із ЗА повинен бути не більшим ніж 10 Ом за питомого опору землі, не вищого ніж 500 Ом · м, і не більшим ніж 15 Ом за більш високого питомого опору землі. На дерев'яних опорах ПЛ заземлювальні провідники від цих ЗА потрібно прокладати по двох стояках або з обох боків одного стояка.

На ПЛ напругою 35 кВ та існуючих ПЛ напругою 110 кВ, які мають захист тролем не на всій довжині і в грозовий сезон може бути тривало вимкнене живлення з одного боку, потрібно встановлювати комплект ЗА2 на вхідних порталах або на першій від ПС опорі того кінця ПЛ, який може бути вимкненим.

За наявності на вимкненому кінці ПЛ трансформаторів напруги як ЗА2 потрібно встановлювати ОПН.

Відстань від ЗА2 до вимкненого кінця лінії (апарата) повинна бути не більше ніж 60 м для ПЛ напругою 110 кВ і не більше ніж 40 м для ПЛ напругою 35 кВ.

4.2.170 На ПЛ, які працюють на зниженій щодо класу ізоляції напрузі, на першій опорі грозозахисного підходу її до ПС, рахуючи з боку лінії, тобто на відстані від ПС, обумовленій табл. 4.2.5 і 4.2.6 залежно від віддалення ОПН від устаткування, яке захищають, потрібно встановлювати III класу напруги, який відповідає класу напруги лінії.

Дозволено встановлювати захисні проміжки або шунтувати перемичками частину ізоляторів у ізоляційних підвісах на декількох суміжних опорах (за відсутності забруднення ізоляції промисловими, солончаковими, морськими та іншими видами забруднень). Кількість ізоляторів у ізоляційних підвісах, які залишаються незашунтованими, повинна відповідати робочій напрузі ПЛ.

На ПЛ з ізоляцією, посиленою за умови забруднення атмосфери, якщо початок грозозахисного підходу до ПС відповідно до табл. 4.2.5 і 4.2.6 знаходиться на ділянці з посиленою ізоляцією, на першій опорі грозозахисного підходу (з боку ПЛ) потрібно встановлювати комплект ЗА, які відповідають робочій напрузі ПЛ.

4.2.171 На грозозахисних підходах ПЛ на напругу від 6 кВ до 35 кВ з дерев'яними опорами в заземлювальних провідниках захисних іскрових проміжків, у разі їх застосування, потрібно встановлювати додаткові захисні іскрові проміжки на висоті, не меншій ніж 2,5 м від рівня землі. Розміри захисних проміжків наведено в табл. 4.2.4.

4.2.172 На новозбудованих ПС напругою від 35 кВ до 750 кВ, а також під час реконструкції ПС (РУ) напругою від 35 кВ до 750 кВ вентильні розрядники як ЗА від перенапруг не застосовують.

Захисні апарати від перенапруг потрібно вибирати з урахуванням координат їх захисних характеристик з характеристиками ізоляції устаткування, яке захищають, відповідності найбільшої робочої напруги ЗА до найбільшої робочої

напруги мережі, з урахуванням вищих гармонік, а також дозволеного підвищення напруги протягом часу дії резервних релейних захистів у разі однофазного замикання на землю, одностороннього увімкнення лінії або перехідного резонансу на вищих гармоніках.

За збільшених відстаней між ЗА та устаткуванням, яке захищають, з метою скорочення кількості встановлюваних апаратів можна застосовувати ОПН із більш низьким рівнем залишкової напруги, ніж це потрібно за умов координації ізоляції.

Відстані по ошиновці від ОПН до трансформаторів та іншого устаткування, включаючи відгалуження і висоту ОПН, повинні бути не більше від зазначених у табл. 4.2.5–4.2.8 (див. також 4.2.164).

Таблиця 4.2.4 – Розміри основних і додаткових захисних проміжків

Номинальна напруга ПЛ, кВ	Розміри захисних проміжків, мм	
	основних	додаткових
3	20	5
6	40	10
10	60	15
20	130	21
35	250	30

Таблиця 4.2.5 – Найбільші захисні відстані від ОПН до електроустаткування напругою від 35 кВ до 220 кВ

Напруга мережі, кВ	Кількість приєднаних ПЛ	Довжина грозозахисного підходу ПЛ, км	Відстань від найближчого ОПН, м			
			до силових трансформаторів за кількості ОПН		до іншого устаткування за кількості ОПН	
			1 ОПН	2 ОПН	1 ОПН	2 ОПН
1	2	3	4	5	6	7
35	1 ПЛ	1,0	20	30	45	60
		1,5	35	55	60	90
		2,0 і більше	45	70	70	125
	2 ПЛ	1,0	35	45	55	110
		1,5	55	65	85	125
		2,0 і більше	70	90	90	165
	Понад 2 ПЛ	1,0	40	55	55	110
		1,5	65	70	85	125
		2,0 і більше	90	100	90	165
110	1 ПЛ	1,0	30	60	95	125
		2,0	80	135	165	210
		3,0 і більше	135	225	210	290

Кінець таблиці 4.2.5

1	2	3	4	5	6	7
110	2 ПЛ	1,0	40	85	135	200
		2,0	80	165	260	300
		3,0 і більше	145	280	260	290
	Від 3 ПЛ до 6 ПЛ	1,0	50	115	135	200
		2,0	105	205	260	290
		3,0 і більше	155	280	260	290
	Понад 6 ПЛ	1,0	50	115	515	515
		2,0	105	205		
		3,0 і більше	155	280		
150	1 ПЛ	2,0	15	45	90	150
		2,5	20	85	115	210
		3,0 і більше	50	105	170	275
	2 ПЛ	2,0	45	75	115	180
		2,5	80	105	170	260
		3,0 і більше	100	130	210	345
	Від 3 ПЛ до 5 ПЛ	2,0	55	80	115	180
		2,5	95	105	170	260
		3,0 і більше	115	150	210	345
	Понад 5 ПЛ	2,0	55	80	525	525
		2,5	95	105		
		3,0 і більше	115	150		
220	1 ПЛ	2,0	15	40	85	155
		2,5	20	85	115	215
		3,0 і більше	45	115	165	275
	2 ПЛ	2,0	40	75	115	175
		2,5	80	115	165	265
		3,0 і більше	105	135	215	355
	3 ПЛ	2,0	55	80	115	175
		2,5	95	115	165	265
		3,0 і більше	125	155	215	355
	Понад 3 ПЛ	2,0	55	80	785	785
		2,5	95	115		
		3,0 і більше	125	155		

Таблиця 4.2.6 – Найбільші захисні відстані від ОПН до електроустаткування напругою 330 кВ

Характеристика РУ	Кількість ОПН		Довжина грозозахисного підходу ПЛ, км	Відстань від найближчого ОПН, м		
	біля силових трансформаторів	в ланці приєднання ПЛ		до силових трансформаторів*	до трансформаторів напруги*	до іншого устаткування
Блок ПЛ + АТ	1	–	2,5	Грозозахист не забезпечений		
			3,0	25	35	145
			4,0 і більше	70	110	175
	1	1	2,5	Грозозахист не забезпечений		
			3,0	25	125	370**
			4,0 і більше	125	310	460**
Блок ПЛ + два АТ	2	–	2,5	Грозозахист не забезпечений		
			3,0	30	40	155
			4,0 і більше	75	120	185
Трикутник 2 ПЛ + АТ	1	–	2,5	70	145	480
			3,0 і більше	115	190	525
Чотирикутник 2 ПЛ + 2 АТ	2	–	2,5	115	405	925
			3,0 і більше	195	600	
3 ПЛ + 2 АТ	2	–	2,5	115	665	
			3,0 і більше	195	925	
ПЛ + АТ	1	–	2,5	95	245	
			3,0 і більше	140	925	

* У разі застосування на грозозахисних підходах ПЛ опор із горизонтальним розташуванням проводів дозволено збільшувати відстані:

– від ОПН до силових трансформаторів – у 2 рази;

– від ОПН до трансформаторів напруги – у 1,5 раза.

** Відстань від ОПН, встановленого біля силового трансформатора.

Таблиця 4.2.7 – Найбільші захисні відстані від ОПН до електроустаткування напругою 500 кВ

Характеристика РУ	Кількість ОПН		Відстань від найближчого ОПН, м		
	біля силових трансформаторів	у ланці приєднання ПЛ	до силових трансформаторів	до трансформаторів напруги	до іншого устаткування
1	2	3	4	5	6
Блок ПЛ + АТ	1	1	160	230*	275*
Трикутник 2 ПЛ + АТ	1	1	225	535*	625*

Кінець таблиці 4.2.7

1	2	3	4	5	6
Чотирикутник 2 ПЛ + 2 АТ	2	–	275	535	1045
3 ПЛ + 2 АТ	2	–	405	680	
3 ПЛ + АТ	2	–	300	605	
* Відстань від ОПН у ланці приєднання ПЛ.					

Таблиця 4.2.8 – Найбільші захисні відстані від ОПН до електроустаткування напругою 750 кВ

Характеристика РУ	Кількість ОПН			Відстань від найближчого ОПН, м		
	біля силових трансформаторів	біля ШР	у ланці приєднання ПЛ	до силових трансформаторів і ШР	до трансформаторів напруги	до іншого устаткування
ПЛ + АТ + ШР	1	1	1	120	330	1000
ПЛ + АТ + 2 ШР	1	2	–	120	230	580
ПЛ + АТ + 2 ШР	1	2	1	230	380	1000
ПЛ + 2 АТ + ШР	2	1	–	80	230	580
Те саме	2	1	1	210	380	1000
2 ПЛ + АТ + 2 ШР	1	2	–	160	200	580
2 ПЛ + 2 АТ + 2 ШР	2	2	–	200	200	580

Зазначені в табл. 4.2.5–4.2.8 найбільші дозволені захисні відстані до електроустаткування відповідають базовим параметрам, наведеним у табл. 4.2.9.

Таблиця 4.2.9 – Значення базових параметрів таблиць 4.2.5–4.2.8

Напруга мережі, кВ	Хвиля струму 8/20 мкс, кА	Залишкова напруга ОПН U_0 , кВ	Випробувальна напруга U_B , кВ, для устаткування:		
			силових трансформаторів	трансформаторів напруги	іншого устаткування
35	5	125	190	190	185
110	5	240	480	480	425
150	5	335	550	650	585
220	5	450	750	950	835
330	10	680	950	1050	1050
500	10	930	1300	1425	1425
750	10	1350	1800	1950	1950

У разі потреби у збільшенні допустимих захисних відстаней дозволено виконувати такі заходи:

- додатково встановлювати ЗА на шинах або лінійних приєднаннях;
- застосовувати конструкцію грозозахисних підходів ПЛ напругою від 35 кВ до 330 кВ на опорах із горизонтальним розташуванням проводів і двома тросами;
- встановлювати ОПН із залишковими напругами, меншими від базових (табл. 4.2.9), із перерахуванням відстані за формулою:

$$L_x = L_0 \times \frac{U_B - U_x}{U_B - U_0}, \quad (4.2.9)$$

де L_x – найбільша захисна відстань у разі встановлення ОПН із залишковою напругою, відмінною від базової, м;

L_0 – найбільша захисна відстань (базова відстань) згідно з табл. 4.2.5–4.2.8, м;

U_0 – залишкова напруга базового ОПН згідно з табл. 4.2.9, кВ;

U_x – залишкова напруга ОПН, який установлюють на струм відповідно 5 кА або 10 кА, кВ;

U_B – випробувальна напруга устаткування згідно з табл. 4.2.9, кВ.

У разі застосування ОПН із залишковою напругою, більшою від базового значення U_0 , захисну відстань потрібно скоригувати за формулою (4.2.9).

Найбільші дозволені відстані між ЗА та устаткуванням, яке захищають, визначають з урахуванням кількості ліній і ЗА, приєднаних за нормального режиму роботи ПС.

Кількість і місце встановлення ЗА потрібно вибирати з огляду на прийняті на розрахунковий період схеми електричних з'єднань, кількість ПЛ і силових трансформаторів. У цьому разі відстані від устаткування, яке захищають, до ОПН повинні бути в межах дозволених також на проміжних етапах розвитку ПС із тривалістю, не меншою від тривалості грозового сезону. Аварійні та ремонтні режими роботи в цьому разі не враховують.

4.2.173 ОПН у колах трансформаторів і ШР потрібно встановлювати без комутаційних апаратів між ними та обладнанням, яке захищають. ЗА під час знаходження устаткування під напругою повинні бути постійно увімкненими.

4.2.174 У разі приєднання трансформатора кабельною лінією напругою 35 кВ і вище до РУ, що має ПЛ, у місці приєднання кабелю до шин РУ потрібно встановлювати комплект ОПН.

Заземлювальний затискач ОПН, металеву оболонку кабелю (екран кабелю) та корпус кабельної муфти треба з'єднувати між собою найкоротшим шляхом. Заземлювальний затискач ОПН треба з'єднувати із заземлювачем окремим провідником.

У разі приєднання до шин РУ декількох кабелів, безпосередньо з'єднаних із силовими трансформаторами, на шинах РУ встановлюють один комплект ОПН. Місце їх установлення потрібно вибирати якнайближче до місця приєднання кабелів.

За довжини кабелю, більшої від подвоєної відстані, зазначеної в табл. 4.2.5–4.2.8, біля силового трансформатора додатково потрібно встановлювати ОПН з такою самою залишковою напругою, як і в ЗА на початку кабелю.

4.2.175 Обмотки НН і СН силових трансформаторів (АТ), які не використовують для живлення електроприймачів, а також обмотки, які тимчасово від'єднано

від шин РУ в грозовий період, потрібно з'єднувати за схемою «в зірку» або «у трикутник» і захищати ОПН, які вмикають між уводами кожної фази і землею. Захист обмоток НН, які не використовують для живлення електроприймачів, розташованих першими від магнітопроводу, можна виконувати заземленням однієї з вершин за схемою «у трикутник», однієї з фаз або нейтралі за схемою «у зірку» чи встановленням ОПН відповідного класу напруги на кожній фазі.

Захист обмоток, які не використовують для живлення електроприймачів, не виконують у разі постійного приєднання до них кабельної лінії довжиною, не меншою ніж 30 м, що має заземлену оболонку чи броню.

4.2.176 Нейтралі АТ і нейтралі обмоток напругою 110 кВ і вище силових трансформаторів повинні мати постійне заземлення.

У нейтралі обмоток ВН силових трансформаторів напругою 110 кВ і вище, для яких дозволено режим роботи з ізольованою нейтраллю, потрібно передбачати встановлення комутаційних заземлювальних апаратів (з ручним або автоматичним керуванням) і спеціальних ОПН з рівнем обмеження напруг, скоординованих з рівнем ізоляції нейтралі.

4.2.177 РУ напругою 3–20 кВ, до яких приєднано ПЛ, потрібно захищати ОПН, установлені на шинах або біля силових трансформаторів. ОПН у одній камері РУ із трансформатором напруги потрібно приєднувати перед запобіжником трансформатора напруги.

У разі конструктивного виконання з'єднання силових трансформаторів з шинами РУ напругою 3–20 кВ, просто неба (повітряний зв'язок) відстані від ОПН до устаткування, яке захищають, не повинні перевищувати 60 м для ПЛ на дерев'яних опорах і 90 м для ПЛ на залізобетонних і металевих опорах.

У разі приєднання силових трансформаторів до шин кабелями відстані від установлених на шинах ОПН до трансформаторів не обмежують.

Захист блискавковододами підходів ПЛ напругою 6–20 кВ до ПС за умовами грозозахисту не виконують.

На підходах до ПС ПЛ напругою 6–20 кВ із дерев'яними опорами потрібно встановлювати комплект ЗА1 на відстані від 200 м до 300 м від ПС. На ПЛ напругою 6–20 кВ, які в грозовий сезон можуть бути тривало вимкненими з одного боку, потрібно встановлювати ЗА2 на конструкції ПС або на кінцевій опорі того кінця ПЛ, який може бути тривало вимкненим. Як ЗА1 і ЗА2 застосовують ОПН. Відстань від ЗА2 до вимкненого вимикача по ошиновці не повинна перевищувати 15 м. За потужності силового трансформатора до 0,63 МВ·А ЗА на підходах ПЛ напругою 6–20 кВ з дерев'яними опорами дозволено не встановлювати. У разі неможливості витримати зазначені відстані, а також за наявності на вимкненому кінці ПЛ трансформаторів напруги як ЗА2 повинно бути встановлено ОПН. Відстань від ОПН до устаткування, яке захищають, не повинна перевищувати 10 м. У разі застосування ОПН із залишковою напругою, меншою від базового значення U_0 , захисну відстань потрібно скоригувати за формулою (4.2.9).

У разі встановлення ОПН на всіх уводах ПЛ, на ПС і їхньому віддаленні від підстанційного устаткування в межах дозволених значень за умовами грозозахисту ЗА на шинах ПС можна не встановлювати. Опір заземлення ЗА1 і ЗА2 не повинен перевищувати 10 Ом за питомого опору землі до 500 Ом·м і 15 Ом – за більш високого питомого опору землі.

На підходах ПЛ напругою 6–20 кВ із металевими і залізобетонними опорами до ПС установлювати ЗА не потрібно. У разі застосування на ПЛ напругою 6–20 кВ ізоляції, посиленої більше ніж на 30 % (наприклад, через забруднення атмосфери), на відстані від 200 м до 300 м від ПС і на уведенні ПЛ потрібно встановлювати ЗА з захисними характеристиками, які координуються з характеристиками ізоляції ПЛ і обладнання ПС.

Металеві та залізобетонні опори на відстані від 200 м до 300 м підходу до ПС потрібно заземлювати з опором, не більшим від наведеного в табл. 2.5.29 глави 2.5 цих Правил.

Захист ПС напругою 6–20 кВ із НН до 1 кВ, до яких приєднано ПЛ напругою 6–20 кВ, потрібно виконувати ОПН, установлюваними з боку ВН і НН ПС.

У разі приєднання ПЛ напругою 6–20 кВ до ПС за допомогою кабельної вставки довжиною понад 50 м для її захисту необхідно встановлювати комплект ОПН у місці приєднання кабелю до ПЛ, а також на шинах ПС, до яких приєднано кабельну вставку. За довжини кабельної вставки до 50 м потрібно встановлювати комплект ОПН тільки в місці приєднання кабелю до шин РУ. У цьому разі землювальний затискач ОПН і металеву оболонку кабелю (екран кабелю) з'єднують найкоротшим шляхом. Заземлювальний затискач ОПН треба безпосередньо приєднувати до заземлювача окремим заземлювальним провідником.

Опір заземлювача ЗА повинен бути не більше значень, наведених у табл. 2.5.29 глави 2.5 цих Правил. Якщо ПЛ виконано на дерев'яних опорах, на ПЛ на відстані від 200 м до 300 м від кінця кабелю потрібно встановлювати комплект ЗА.

Грозозахист струмопроводів напругою 6–20 кВ здійснюють як грозозахист ПЛ напругою 6–20 кВ відповідно.

4.2.178 У разі приєднання ПЛ напругою від 35 кВ до 330 кВ до РУ ПС за допомогою кабельної вставки довжиною менше ніж 1,5 км вона має бути захищеною з обох сторін ОПН. За довжини кабельної вставки 1,5 км і більше встановлювати ОПН на кінцях кабелю не вимагається.

4.2.179 Захист ПС напругою 35 кВ і 110 кВ із силовими трансформаторами потужністю до 40 МВ · А, приєднаних до відгалужень довжиною менше ніж 1 км, від існуючих ПЛ, які не захищено тросом, дозволено виконувати за спрощеною схемою (рис. 4.2.16) за таких умов:

- ОПН установлюють на відстані від силового трансформатора, не більшій ніж 15 м. Відстань від ОПН до іншого устаткування не повинна перевищувати 50 м;

- тросові блискавковідводи підходу до ПС виконують на всій довжині відгалуження; за довжини відгалуження, меншої ніж 150 м, потрібно додатково захищати існуючу ПЛ тросовими або стрижньовими блискавковідводами по одному прогону в обидва боки від відгалуження;

- комплекти ЗА1 і ЗА2 (опір заземлювачів кожного комплекту повинен бути не більше ніж 10 Ом) встановлюють на підходах ПЛ з дерев'яними опорами: ЗА2 – на першій опорі із тросом з боку ПЛ або на межі ділянки, яка захищається стрижньовими блискавковідводами; ЗА1 – на незахищеній ділянці ПЛ на відстані від 150 м до 200 м від ЗА2.

За довжини підходу, більшого ніж 500 м, комплект ЗА1 не установлюють.

Захист ПС, на яких відстані між ОПН і силовим трансформатором перевищують відстань 15 м, виконують з дотриманням вимог, наведених у 4.2.172.

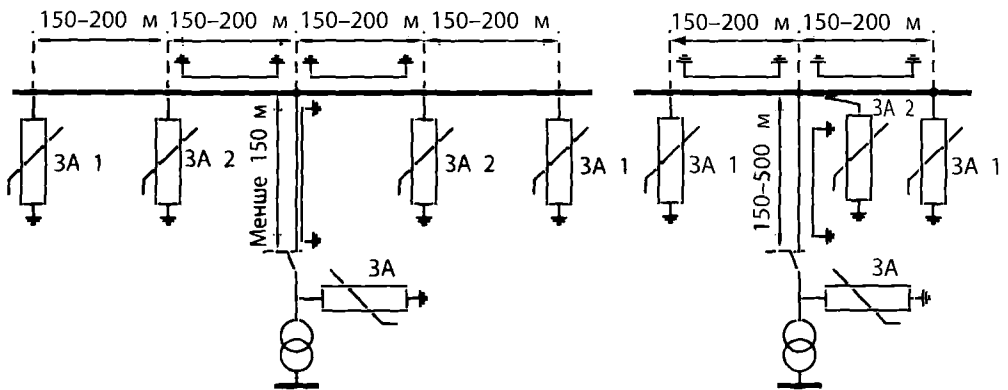


Рисунок 4.2.16 – Схеми спрощеного захисту від грозових перенапруг ПС, приєднаних до ПЛ відгалуженнями

Спрощену схему захисту ПС згідно з викладеними вище вимогами можна виконувати також у разі приєднання ПС до діючої ПЛ за допомогою коротких заходів (рис. 4.2.17). У цьому разі силові трансформатори повинні бути захищені ОПН.

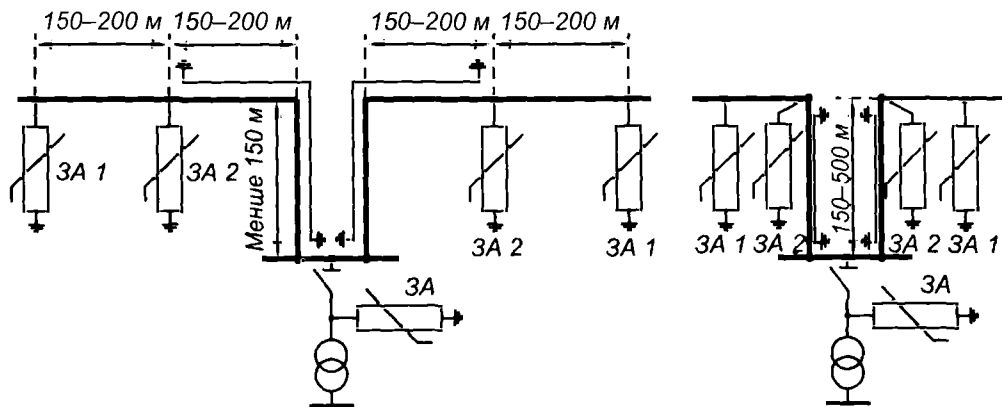


Рисунок 4.2.17 – Схеми захисту від грозових перенапруг ПС, приєднаних до ПЛ за допомогою заходів

Для ПС, яку приєднують до новозбудованої ПЛ, виконаної за вимогами глави 2.5 цих Правил, схему спрощеного захисту не застосовують.

У районах з питомим опором землі $500 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ і більше опір заземлювача ЗА1 та ЗА2 не повинен перевищувати 30 Ом . У цьому разі заземлювач ЗА2 потрібно з'єднувати із заземлювачем ПС.

4.2.180 Комутаційні апарати, які встановлюють на опорах існуючих ПЛ напругою до 110 кВ , захищених тросом не по всій довжині, потрібно захищати ЗА, які встановлюють на тих самих опорах з боку споживача. Якщо комутаційний апарат

може бути тривало вимкнений, ЗА потрібно встановлювати на тій самій опорі з кожного боку комутаційного апарата, який перебуває під напругою.

У разі встановлення комутаційних апаратів на відстані до 25 м по довжині ПЛ від місця приєднання лінії до ПС або РП ЗА на опорі не встановлюють. Якщо комутаційні апарати в грозовий сезон нормально вимкнено, то з боку ПЛ на опорі потрібно встановлювати ЗА.

На ПЛ напругою до 10 кВ із залізобетонними і металевими опорами дозволено не встановлювати ЗА для захисту комутаційних апаратів, які мають ізоляцію такого самого класу, як і ПЛ.

Установлювати комутаційні апарати в межах захищених тросом підходів ПЛ, зазначених у 4.2.179, дозволено на першій опорі з боку лінії, а також на наступних опорах підходу за умови однакового рівня ізоляції підходу.

Опір заземлювачів апаратів повинен задовольняти вимоги, наведені у 2.5.127 глави 2.5 цих Правил.

4.2.181 Відгалуження від ПЛ, виконане на металевих і залізобетонних опорах, потрібно захищати тросом на всій довжині, якщо його приєднано до ПЛ, захищеної тросом на всій довжині.

4.2.182 На кінцевій опорі кожної ПЛ напругою 6 кВ і 10 кВ з дерев'яними опорами, приєднаної до СП напругою 6 кВ і 10 кВ, потрібно встановлювати по одному комплекту ЗА. У цьому разі заземлювальні провідники ЗА потрібно приєднувати до заземлювача СП.

ЗАХИСТ ВІД ВНУТРІШНІХ ПЕРЕНАПРУГ

4.2.183 Для обмеження внутрішніх перенапруг, небезпечних для ізоляції електрообладнання, потрібно застосовувати ОПН, вимикачі з резисторами попереднього вмикання, електромагнітні та антирезонансні трансформатори напруги, резисторні подільники напруги тощо. Ці заходи доцільно поєднувати із заходами обмеження тривалого підвищення напруги за 4.2.187.

4.2.184 В електричних мережах напругою від 6 кВ до 35 кВ із застосуванням компенсації ємнісних струмів однофазних замикань на землю за допомогою дугогасних заземлювальних реакторів потрібно вирівнювати ємності фаз мережі відносно землі. Несиметрія ємностей по фазах відносно землі не повинна перевищувати 0,75 %.

В електричних мережах напругою від 6 кВ до 35 кВ потрібно застосовувати автоматичне регулювання компенсації ємнісного струму.

Дугогасні заземлювальні реактори не дозволено встановлювати на ПС, яку з'єднано з компенсованою електричною мережею тільки однією лінією передавання, а також приєднувати до нейтралі трансформатора, який захищено запобіжниками.

4.2.185 Потрібно запобігати самовільним зміщенням нейтралі та ферорезонансним процесам в електричних мережах і електроустановках напругою від 6 кВ до 35 кВ, в яких відсутня компенсація ємнісного струму однофазного замикання на землю або відсутні генератори і синхронні компенсатори з безпосереднім водяним охолодженням обмоток статора, а також у тих електричних мережах, де є компенсація ємнісного струму однофазного замикання на землю, але можливе відділення дугогасних реакторів у автоматичному чи оперативному режимах.

За необхідності в електроустановках застосовують будь-які з таких заходів запобігання розвитку ферорезонансних процесів:

- у коло з'єднаної в розімкнений трикутник вторинної обмотки трансформаторів напруги від 6 кВ до 35 кВ, яку використовують для контролю ізоляції, потрібно вмикати резистор опором 25 Ом (розрахований на тривале проходження струму 4 А). У схемі блока генератор-трансформатор потрібно додатково передбачати другий такий самий резистор, який автоматично шунтує постійно увімкнутий резистор у разі появи ферорезонансного процесу;

- у коло з'єднаної в розімкнений трикутник вторинної обмотки трансформаторів напруги від 6 кВ до 35 кВ, яку використовують для контролю ізоляції, потрібно вмикати пристрій для тимчасового вмикання низькоомного резистора на час усунення ферорезонансного процесу;

- в електроустановках, в яких не здійснюють вимірювання фазних напруг відносно землі (контроль ізоляції) або напруг нульової послідовності, потрібно застосовувати трансформатори напруги, первинні обмотки яких не мають з'єднання з землею. За необхідності вимірювання фазних напруг відносно землі (контроль ізоляції) або напруг нульової послідовності потрібно використовувати вимірювальні блоки, приєднані до ТН з первинними обмотками, увімкненими на лінійну напругу, та ємнісні (резистивні тощо) подільники напруги;

- заземлювати нейтраль через високоомний резистор;

- інші заходи запобігання розвитку ферорезонансних процесів.

4.2.186 Обмотки силових трансформаторів (АТ), а також ШР потрібно захищати від внутрішніх перенапруг за допомогою ОПН, які встановлюють поблизу трансформаторів (АТ) відповідно до **4.2.173**.

4.2.187 Потрібно передбачати заходи з обмеження тривалого підвищення напруги в РУ напругою від 330 кВ до 750 кВ застосуванням ШР, схемних рішень, системної автоматики та автоматики захисту від підвищення напруги.

Допустимі підвищення напруги для устаткування напругою від 330 кВ до 750 кВ потрібно приймати залежно від тривалості їх дії.

4.2.188 Рівень обмеження комутаційних перенапруг визначають на підставі вимог з координації ізоляції. Основними параметрами координації ізоляції є випробувальні напруги ізоляції електроустаткування і залишкова напруга $3A$, яку визначають за струмів комутаційного імпульсу (від 0,5 кА до 2,0 кА для номінальних напруг від 6 кВ до 750 кВ). Рівень комутаційних обмежуваних перенапруг з урахуванням особливостей мережі, а також залишкову напругу потрібно визначати відповідними розрахунками.

4.2.189 Для РУ напругою від 110 кВ до 500 кВ з повітряними і елегазовими вимикачами потрібно передбачати заходи щодо запобігання ферорезонансним перенапругам, які виникають у разі послідовного вмикання електромагнітних трансформаторів напруги та ємнісних подільників напруги вимикачів.

ЗАХИСТ ВІД ДІЇ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА МАГНІТНОГО ПОЛІВ

4.2.190 У зонах перебування виробничого (електротехнічного) персоналу (маршрути обходу, робочі місця) на ПС та у ВРУ напругою 330 кВ і вище напруженість

електричного (ЕП) та магнітного (МП) полів повинна бути в межах дозованих рівнів, установлених відповідними чинними НД.

4.2.191 Допустимі рівні напруженості ЕП і МП у зонах перебування виробничого (електротехнічного) персоналу потрібно забезпечувати конструктивно-компонувальними рішеннями з використанням стаціонарних, інвентарних та індивідуальних пристроїв екранування.

4.2.192 На ПС та у ВРУ напругою 330 кВ і вище, щоб зменшити час перебування виробничого (електротехнічного) персоналу в зоні впливу ЕП, потрібно:

- застосовувати металоконструкції ВРУ, захищені від корозії способами, які не потребують регулярного поновлення покриття (оцинковування, алюмінування тощо), або конструкції з алюмінієвих елементів;
- розташовувати сходи для піднімання на траверси металевих порталів усередині їхніх стояків (сходи, розміщені зовні, повинні бути обгороджені екрануючими пристроями, які забезпечують усередині допустимі рівні напруженості ЕП і МП);
- розміщувати блоки приводів рухомих контактів підвісних роз'єднувачів і трапи обслуговування всередині траверс порталів;
- застосовувати ізолюючі підвіси з ізоляторів, які не потребують періодичних випробовувань на електричну міцність (скляні або полімерні ізолятори);
- розміщувати шафи керування вимикачами і роз'єднувачами, шафи вторинних кіл, а також збірки напругою до 1000 В переважно в зоні дії екранів над маршрутами обходу;
- розміщувати устаткування таким чином, щоб сигнальні лампи, манометри, маслопоказники і повітроосушувачі маслonaповнених апаратів тощо, а також електромагнітні пристрої емісійних трансформаторів напруги було повернуто в бік маршрутів обходу.

4.2.193 На ВРУ напругою 330 кВ і вище для зниження рівня напруженості ЕП не можна дозволяти сусідства однойменних фаз у суміжних ланках.

4.2.194 На ПС напругою 330 кВ і вище виробничі будівлі дозволено розміщувати в зоні впливу ЕП за умови забезпечення екранування підходів до входів у ці будівлі. Екранування підходів дозволено не виконувати, якщо вхід у будівлю, розташований у зоні впливу, знаходиться на боці будівлі, протилежному струмовідним частинам.

СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ РОЗПОДІЛЬНИХ УСТАНОВОК І ПІДСТАНЦІЙ

4.2.195 Вимоги **4.2.196–4.2.226** поширюються на схеми РУ ПС і РП електричних мереж.

У цьому підрозділі поняття «підстанція» і «розподільний пункт» поіменовано одним терміном – «підстанція», якщо це не обумовлено окремо.

Застосовувати схеми на центральні трансформаторні підстанції (ЦПС) вітроелектростанцій (ВЕС) та сонячних станцій (СЕС), а також на пункти приєднання генеруючих установок ВЕС і СЕС до внутрішньої електричної мережі цих електростанцій потрібно відповідно до вимог СОУ-Н ЕЕ 20.178-2008 «Схеми принципові електричні розподільчих установок напругою від 6 кВ до 750 кВ електричних підстанцій».

4.2.196 Побудову схеми електричної ПС потрібно виконувати з урахуванням призначення, ролі та положення ПС в електричній мережі енергосистеми.

Електричну схему ПС і окремих РУ розробляють на підставі робіт з розвитку електричних мереж (енергосистеми, району або об'єкта).

4.2.197 З огляду на функції ПС в електричній мережі електрична схема повинна:

- забезпечувати надійне живлення приєднаних споживачів у нормальному, ремонтному і післяаварійному режимах відповідно до категорій надійності електропостачання електроприймачів з урахуванням наявності незалежних резервних джерел живлення;

- забезпечувати надійність транзиту потоків електроенергії через ПС у нормальному, ремонтному і післяаварійному режимах відповідно до його значення для конкретної ділянки мережі;

- ураховувати поетапний розвиток ПС, динаміку зміни навантаження мережі тощо. Дотримуватися принципу поетапного розвитку ПС і її головної схеми треба виходячи з найбільш простого та економічного розвитку ПС без значних робіт з реконструкції діючих об'єктів і з мінімальним обмеженням електропостачання споживачів;

- ураховувати вимоги протиаварійної автоматики.

4.2.198 З огляду на експлуатаційні якості електрична схема РУ повинна бути обґрунтовано простою, наочною та забезпечувати відновлення живлення споживачів у післяаварійному режимі роботи засобами автоматики.

4.2.199 Для ПС нового будівництва напругою від 6 кВ до 750 кВ належить передбачати переважно електричні схеми РУ, наведені в табл. 4.2.10–4.2.13. Наповнення цих схем комутаційними елементами та їх насичення додатковими елементами, які сприяють підвищенню надійності функціонування і безпечності обслуговування ПС, належить виконувати відповідно до вимог СОУ-Н ЕЕ 20.178-2008 «Схеми принципів електричні розподільчих установок напругою від 6 кВ до 750 кВ електричних підстанцій».

Дозволено застосовувати електричні схеми РУ, відмінні від наведених у табл. 4.2.10 і 4.2.12, за відповідного обґрунтування, а також під час реконструкції діючих ПС.

4.2.200 У схемі 1 (два блоки лінія-трансформатор без комутаційного устаткування або з роз'єднувачем) для захисту лінії, устаткування РУ і трансформатора потрібно передбачати надійне передавання сигналу для вимикання вимикача в голові лінії. Для захисту лінії, устаткування напругою від 110 кВ до 220 кВ і силових трансформаторів потужністю, меншою ніж 63 МВ · А, дозволено використовувати релейний захист лінії з боку живильного кінця лінії.

4.2.201 У схемі 2 (схема «місток»: два блоки лінія-трансформатор з вимикачами і неавтоматичною перемичкою з боку ліній) в умовах інтенсивного забруднення ізоляції за обмеженої площі забудови тощо дозволено перемичку не застосовувати.

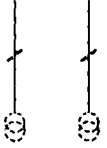
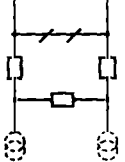
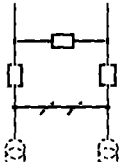
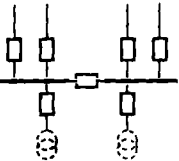
4.2.202 Як перший етап розвитку схем типу «місток» дозволено застосовувати:

- схему «блок лінія-трансформатор» з одним вимикачем за однієї лінії і одного трансформатора;

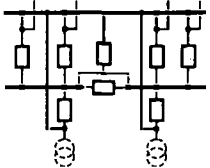
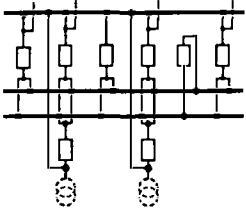
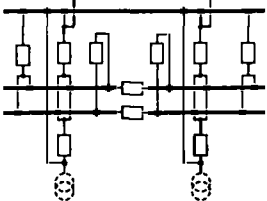
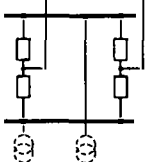
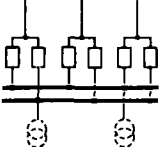
- схему «місток» з установленням одного або двох вимикачів (залежно від схеми мережі) за двох ліній і одного трансформатора.

4.2.203 Схему «чотирикутник» на напрузі 220 кВ застосовують замість схеми «місток» у разі, якщо застосовувати ремонтні перемички неприпустимо через підвищення напруги на вимкненому кінці або за умови релейного захисту.

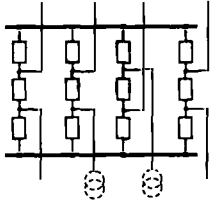
Таблиця 4.2.10 – Перелік схем електричних РУ напругою від 35 кВ до 750 кВ і сфера їх застосування

Шифр	Найменування	Умове зображення схеми	Сфера застосування			
			Напру- га РУ, кВ	Сто- рона	Кількість ліній	Умови та особливості застосування
1	2	3	4	5	6	7
110-1 150-1 220-1 330-1	Два блоки лінія-трансформатор з роз'єднувачами		110 150 220 330	ВН	2	Тупикові ПС у разі живлення одного трансформатора від однієї лінії, яка не має відгалужень
110-3 150-3 220-3	Місток з вимикачами в колах ліній і ремонтною перемичкою з боку ліній		110 150 220	ВН	2	Прохідні ПС, за необхідності секціонування ліній, за потужності трансформаторів до 63 МВ · А
35-4 110-4 150-4 220-4	Місток з вимикачами в колах трансформаторів і ремонтною перемичкою з боку трансформаторів		35 110 150 220	ВН	2	Прохідні ПС, за необхідності секціонування ліній і збереження транзиту в разі пошкодження трансформатора, за потужності трансформаторів до 63 МВ · А
35-5	Одна робоча, секціонована вимикачем, система шин		35	ВН СН НН	Понад 2	Для ВН вузлових ПС мережі напругою 35 кВ та СН і НН на ПС напругою 110 кВ і 220 кВ. Дозволено на першому етапі розвитку схеми приєднання двох ліній, по одній на кожену секцію

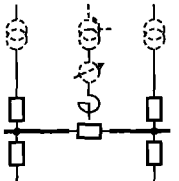
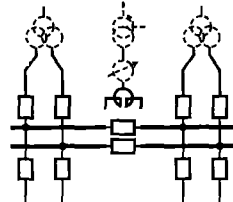
Продовження таблиці 4.2.10

1	2	3	4	5	6	7
110-6 150-6 220-6	Одна робоча, секціонована вимикачем, і обхідна системи шин		110 150 220	ВН	3-6	Вузлові ПС напругою 110 кВ і 220 кВ за кількості нерезервованих ліній не більше однієї на кожній із секцій
110-7 150-7 220-7	Дві робочі і обхідна системи шин		110 150 220	СН	До 12	1) ПС з АТ потужністю до 2×200 (2×400) МВ · А. 2) ПС з АТ потужністю 4×200 (4×250) МВ · А. Дозволено застосовувати дві окремі РУ (по одній на кожну пару АТ)
110-8 150-8 220-8	Дві робочі, секціоновані вимикачами, і обхідна системи шин з двома обхідними й двома шиноз'єднувальними вимикачами		110 150 220	СН	Понад 12	1) За необхідності зниження струмів КЗ. 2) ПС з АТ потужністю 4×200 (4×250) МВ · А
220-9 330-9 500-9 750-9	Чотирикутник		220 330 500 750	ВН	2	За потужності трансформаторів 125 МВ · А і більше для напруги 220 кВ і будь-якої потужності для напруги 330 кВ і вище
330-10 500-10 750-10	Трансформатори-шини з приєднанням ліній через два вимикачі		330 500 750	ВН СН	Для 330 і 500 кВ – до 4; 750 кВ – 3	Вузлові ПС мережі напругою від 330 кВ до 750 кВ

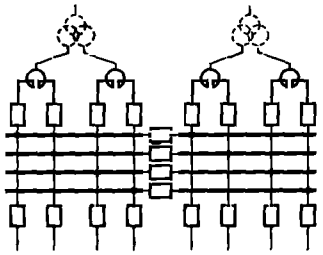
Кінець таблиці 4.2.10

1	2	3	4	5	6	7
330-11 500-11 750-11	Полуторна		330 500 750	ВН СН	За кількістю приєднань	За кількості приєднань понад 7
Примітка. На схемах умовно показано тільки ті роз'єднувачі, які використовують як комутаційні апарати.						

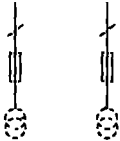
Таблиця 4.2.11 – Перелік схем РУ 6 кВ, 10 кВ і 20 кВ для ПС з ВН напругою від 35 кВ до 330 кВ і сфера їх застосування

Шифр	Найменування	Умове зображення	Кількість ліній	Додаткові умови застосування
1	2	3	4	5
10-1 20-1	Одна секціонована вимикачем система шин		Без обмеження	За двох трансформаторів з нерозщепленими обмотками напругою 6 кВ, 10 кВ і 20 кВ без струмообмежувальних реакторів або з одинарними реакторами
10-2 20-2	Дві секціоновані вимикачами системи шин		Без обмеження	За двох трансформаторів з розщепленими обмотками напругою 6 кВ, 10 кВ і 20 кВ без струмообмежувальних реакторів або з одинарними реакторами, чи з нерозщепленими обмотками і подвоєними реакторами

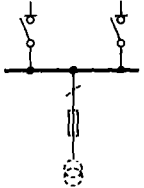
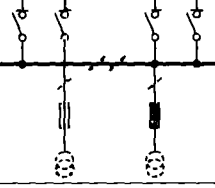
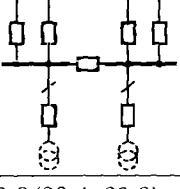
Кінець таблиці 4.2.11

1	2	3	4	5
10-3 20-3	Чотири секціоновані вимикачами системи шин		Без обмеження	За двох трансформаторів з розщепленими обмотками напругою 6 кВ, 10 кВ і 20 кВ з подвоєними струмообмежувальними реакторами
Примітка. У схемах 10-1–10-3 (20-1–20-3) дозволено встановлювати струмообмежувальні реактори в лінійних приєднаннях на ПС промислових підприємств.				

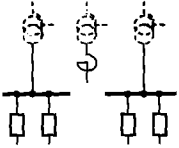
Таблиця 4.2.12 – Перелік схем РУ напругою 6 кВ, 10 кВ і 20 кВ для ПС з ВН 6 кВ, 10 кВ і 20 кВ і сфера їх застосування

Шифр	Найменування	Умовне зображення	Кількість ліній	Додаткові умови застосування
1	2	3	4	5
10-4 20-4	Блок лінія-трансформатор		1	1) Тупикові ПС та відгалужувальні ПС. 2) Дозволено замість роз'єднувача застосовувати вимикач навантаження
10-5 20-5	Два блоки лінія-трансформатор		2	1) Тупикові ПС. 2) Дозволено замість роз'єднувачів застосовувати вимикачі навантаження

Кінець таблиці 4.2.12

1	2	3	4	5
10-6 20-6	Одна несекціонована система шин		2	1) Прохідні ПС з одностороннім живленням. 2) Дозволено у колі трансформатора замість роз'єднувача застосовувати вимикач навантаження
10-7 20-7	Одна секціонована роз'єднувачами система шин		4	1) Прохідні ПС з двостороннім живленням. 2) Дозволено замість секційних роз'єднувачів і роз'єднувачів у колах трансформаторів застосовувати вимикачі навантаження
10-8 20-8	Одна секціонована вимикачем система шин		До 10	1) ПС напругою 6/0,4 кВ, 10/0,4 кВ і 20/0,4 кВ з функціями РП. 2) Дозволено замість вимикачів у колах трансформаторів застосовувати запобіжники
Примітка. На схемах 10-4–10-8 (20-4–20-8) умовно показано тільки ті роз'єднувачі, які використовують як комутаційні апарати.				

Таблиця 4.2.13 – Схеми РУ напругою 6 кВ, 10 кВ, 17,5 кВ, 20 кВ і 35 кВ для живлення трансформаторів власних потреб ПС і сфера їх застосування

Шифр	Умовне зображення	Додаткові умови застосування
НН-1		1) Живлення власних потреб ПС з ВН від 220 кВ до 750 кВ за відсутності сторонніх споживачів на НН ПС. 2) Дозволено застосовувати варіант схеми з одним приєднанням власних потреб

4.2.204 Як перший етап розвитку схеми «чотирикутник» дозволено застосовувати:

- схему «блок лінія-трансформатор» з двома взаєморезервованими вимикачами за однієї лінії і одного трансформатора;
- схему «у трикутник» за двох ліній і одного трансформатора.

4.2.205 У РУ напругою від 110 кВ до 220 кВ за схемами 6, 7 і 8 з використанням КРУЕ обхідну систему шин дозволено не виконувати.

4.2.206 На етапі розвитку РУ від схеми «чотирикутник» до схеми «трансформатори-шини з приєднанням лінії через два вимикачі» виникає питання щодо збереження або демонтажу роз'єднувачів у колі ліній, яке вирішують в конкретному проекті ПС.

4.2.207 На етапі розвитку РУ від схеми «трансформатори-шини з приєднанням лінії через два вимикачі» до полуторної схеми дозволено застосовувати схему «трансформатори-шини з полуторним приєднанням ліній».

4.2.208 У схемі «трансформатори-шини з полуторним приєднанням ліній» і полуторній схемі за кількості лінійних приєднань понад 6 і в схемах «трансформатори-шини з приєднанням ліній через два і півтора вимикачі» за чотирьох АТ потрібно розглядати необхідність секціонування збірних шин з урахуванням умов збереження стійкості енергосистеми. Парні лінії і трансформатори потрібно приєднувати до різних систем шин і до різних ланок.

4.2.209 Кількість вимикачів, які спрацювують одночасно в межах РУ однієї напруги, має бути не більше ніж:

- два – у разі пошкодження лінії;
- чотири – у разі пошкодження трансформатора напругою до 500 кВ;
- три – у разі пошкодження трансформатора напругою 750 кВ.

4.2.210 У схемах з приєднанням ПЛ через два вимикачі у колі ПЛ дозволено установлювати трансформатори струму для комерційного обліку електроенергії.

4.2.211 Трансформатор напруги, установлений на лінійному приєднанні напругою 330 кВ і вище, потрібно приєднувати безпосередньо до ошиновки (без комутаційного апарата).

4.2.212 На НН ПС напругою від 35 кВ до 750 кВ потрібно передбачати роздільну роботу силових трансформаторів.

4.2.213 Установлювати запобіжники на ВН силових трансформаторів 35 кВ і вище заборонено.

4.2.214 На ПС нового будівництва установлювати відокремлювачі і короткозамикачі заборонено. Під час реконструкції діючих ПС відокремлювачі і короткозамикачі потрібно замінити на вимикачі.

4.2.215 На ПС потрібно встановлювати трифазні трансформатори.

За відсутності трифазного трансформатора необхідної потужності, а також у разі транспортних обмежень дозволено застосовувати групу однофазних трансформаторів або два трифазних трансформатори однакової потужності.

4.2.216 На ПС напругою від 35 кВ до 750 кВ потрібно встановлювати два основні трансформатори. У початковий період експлуатації дозволено установлювати один трансформатор за умови забезпечення вимог до надійності електропостачання споживачів.

Більше двох основних трансформаторів установлюють:

- у разі потреби у двох СН на ПС;
- за відсутності трифазного трансформатора необхідної потужності;
- у разі транспортних обмежень.

У разі встановлення більше двох основних трансформаторів трансформатори приєднують на ВН по два в одне приєднання через один вимикач із застосуванням роз'єднувача в колі кожного трансформатора, а на СН і НН – на різні секції СН і НН. У цьому разі керування роз'єднувачами на ВН потрібно включати в схему автоматики.

У разі встановлення по одному трансформатору з різними напругами на СН їх приєднують на ВН як різні приєднання.

4.2.217 У разі встановлення на ПС однієї групи однофазних трансформаторів потрібно передбачати резервну фазу.

За двох груп однофазних трансформаторів доцільність установлення резервної фази визначають відповідним обґрунтуванням.

Резервну фазу однофазного трансформатора потрібно встановлювати замість пошкодженої переключуванням.

4.2.218 Вибір параметрів трансформаторів потрібно виконувати відповідно до режимів їхньої роботи. У цьому разі треба враховувати режими тривалого і короткочасного електронавантаження, поштовхи електронавантаження, а також можливі в експлуатації тривалі перевантаження. Ця вимога стосується всіх обмоток багатообмоткових трансформаторів.

Для заданих умов необхідно вибирати трансформатори граничної потужності. Дроблення потужності та установлення декількох трансформаторів замість одного допустиме тільки за умовами **4.2.215**.

У разі потреби у збільшенні потужності трансформаторів на ПС таке збільшення здійснюють заміною трансформаторів на більш потужні. Установлення додаткових трансформаторів потрібно обґрунтовувати.

4.2.219 АТ не можна застосовувати в електричних мережах з ізолюваною нейтраллю та в мережах, заземлених через дугогасні заземлювальні реактори, тому що в них можуть виникати небезпечні підвищення потенціалу нейтралі АТ. Застосовувати АТ у мережах, які мають постійний фазовий зсув, недопустимо.

4.2.220 На ПС напругою 35 кВ і вище потрібно встановлювати трансформатори з пристроєм регулювання напруги під навантаженням (РПН). Дозволено застосовувати трансформатори без РПН, якщо регулювання напруги на ПС виконують іншими засобами.

4.2.221 У разі живлення споживачів електроенергії (крім власних потреб ПС) від обмотки НН основних АТ для незалежного регулювання напруги треба передбачати встановлення лінійних регулювальних трансформаторів на НН, за винятком випадків, коли регулювання напруги забезпечують іншими засобами.

У разі живлення споживачів електроенергії від обмоток СН і НН АТ із РПН для забезпечення незалежного регулювання напруги дозволено, за потреби, передбачати встановлення лінійного регулювального трансформатора на одній із сторін автотрансформатора.

4.2.222 У разі встановлення на ПС однієї групи однофазних ШР потрібно передбачати резервну фазу реактора на кожній напрузі.

Резервну фазу однофазного реактора потрібно встановлювати замість пошкодженої переключуванням.

4.2.223 Для обмеження струмів КЗ в РУ напругою 6 кВ, 10 кВ, 15,75 кВ і 20 кВ передбачають:

- установлення силових трансформаторів з підвищеним опором між обмотками;
- установлення трансформаторів з розщепленими обмотками напругою 6 кВ, 10 кВ, 20 кВ;
- застосування струмообмежувальних реакторів у колах приєднань 6 кВ, 10 кВ, 15,75 кВ і 20 кВ.

4.2.224 За необхідності компенсації ємнісних струмів у мережах напругою від 6 кВ до 35 кВ на ПС потрібно встановлювати дугогасні заземлювальні реактори з плавним або ступінчастим регулюванням індуктивності.

Дугогасні реактори напругою 35 кВ приєднують до нульових уводів відповідних обмоток трансформаторів через розгалуження з роз'єднувачів до кожного із трансформаторів. Дугогасні реактори на напругу 6 кВ і 10 кВ приєднують через роз'єднувач до нейтрального виводу окремого трансформатора, приєданого до збірних шин через вимикач.

4.2.225 На всіх ПС напругою 110 кВ і вище, а також на двотрансформаторних ПС напругою 35 кВ потрібно встановлювати не менше двох трансформаторів власних потреб, які приєднують до різних секцій шин РУ або до уводів різних основних трансформаторів.

На двотрансформаторних ПС напругою 35 кВ і вище в початковий період їх роботи з одним силовим трансформатором, а також на одотрансформаторних ПС напругою 110 кВ і вище потрібно встановлювати два трансформатори власних потреб із живленням одного з них від незалежного джерела живлення. На ПС напругою 330 кВ і вище потрібно передбачати резервування живлення власних потреб від третього незалежного джерела живлення.

У разі приєднання одного з трансформаторів власних потреб до зовнішнього незалежного джерела живлення потрібно виконувати перевірку на відсутність зсуву фаз.

Живлення сторонніх споживачів від мережі власних потреб ПС заборонене.

4.2.226 На ПС із постійним оперативним струмом трансформатори власних потреб потрібно приєднувати до шин РУ НН, а за відсутності таких РУ – безпосередньо до виводів НН основних трансформаторів (див. табл. 4.2.13).

На ПС зі змінним і випрямленим оперативним струмом трансформатори власних потреб потрібно приєднувати на ділянці між виводами НН основного трансформатора і його вимикачем.

У разі живлення оперативних кіл змінного струму або випрямленого струму від трансформаторів напруги, приєднаних до живильної ПЛ, трансформатори власних потреб приєднують до шин НН ПС. У разі живлення оперативних кіл змінного струму від трансформаторів власних потреб останні потрібно приєднувати до ПЛ, які живлять ПС.

Додаток А
(довідковий)
до глави 4.2 «Розподільні
установки
і підстанції напругою понад 1 кВ»

**ГРУПИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЙ ВІДПОВІДНО
ДО ПРОТИПОЖЕЖНИХ ЗАХОДІВ**

Група	Характеристика ПС	Потужність силового трансформатора
І	Відкриті ПС напругою 500 кВ і 750 кВ	Незалежно від потужності
	Відкриті ПС напругою 220 кВ і 330 кВ	200 МВ · А і більше
	ЗПС напругою 110 кВ і вище	63 МВ · А і більше
ІІ	Відкриті ПС напругою 220 кВ і 330 кВ	Від 40 МВ · А до 125 МВ · А
	ЗПС напругою 220 кВ	40 МВ · А
	Відкриті ПС напругою 110 кВ і 150 кВ	63 МВ · А і більше
ІІІ	ПС напругою 220 кВ	Менше ніж 40 МВ · А
	ПС напругою 110 кВ і 150 кВ	Менше ніж 63 МВ · А
	ПС напругою 35 кВ	Менше ніж 80 МВ · А

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 8 грудня 2015 р. № 796

ГЛАВА 4.3

ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНІ ПІДСТАНЦІЇ ТА УСТАНОВКИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

4.3.1 Ця глава Правил поширюється на стаціонарні перетворювальні підстанції і установки з напівпровідниковими перетворювальними агрегатами потужністю 100 кВт і більше, які призначено для живлення промислових споживачів.

Ця глава Правил не поширюється на тягові підстанції електрифікованих залізниць і на спеціальні перетворювальні установки (електротермічні установки, частотні перетворювачі електродвигунів, перетворювальні установки для газоочищення, лабораторій тощо).

4.3.2 Перетворювальні підстанції та установки мають задовольняти вимоги інших розділів тією мірою, якою їх не змінено цією главою.

4.3.3 Клас напруги окремих елементів перетворювального агрегату, відповідно до якого встановлюють допустимі найменші відстані між частинами, які перебувають під напругою, від цих частин до землі, огорож, а також ширину проходів, необхідність улаштування блокувань дверей визначають:

1) для трансформаторів, автотрансформаторів, реакторів – за найбільшим значенням наявної напруги між кожними двома виводами, а також між кожним виводом і заземленими деталями цих апаратів;

2) для напівпровідникового перетворювача – за найбільшим значенням наявної напруги між кожними двома виводами з боку змінного струму.

Клас напруги комплектного пристрою, який складається з перетворювача, трансформатора, реакторів тощо і який змонтовано в загальному корпусі, визначають за найбільшими значеннями напруги, зазначеної в переліках 1) і 2).

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

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

ДБН В.1.1-7-2002 Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва
ДСТУ 2847-94 Перетворювачі електроенергії напівпровідникові. Терміни та визначення

ДСТУ 3679-98 (ГОСТ 28167-98) Перетворювачі змінної напруги напівпровідникові. Загальні технічні вимоги

ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности (ССБП. Кольори сигнальні та знаки безпеки)

ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения (Електрична енергія. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення)

ГОСТ 22012-82 Радиопомехи промышленные от линий электропередачи и электрических подстанций. Нормы и методы измерений (Радіоперешкоди індустріальні від ліній електропередавання та електричних підстанцій. Норми і методи вимірювань)

НАПВ 06.015-2006 Перелік приміщень і будівель енергетичних підприємств Мінпаливенерго України з визначенням категорій і класифікації зон з вибухопожежної та пожежної небезпеки.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

4.3.5 У цій главі Правил застосовано такі терміни, установлені в ДСТУ 2847: *головне плече напівпровідникового перетворювача, плече напівпровідникового перетворювача, перекидання напівпровідникового інвертора.*

Нижче подано терміни, додатково використані в цій главі, та визначення позначених ними понять:

напівпровідниковий перетворювач

Комплект напівпровідникових вентилів (некерованих або керованих), змонтованих на рамах або в шафах, із системою повітряного або водяного охолодження, а також приладів і апаратури, необхідних для пуску і роботи перетворювача

перетворювальний агрегат

Комплект устаткування, який складається з одного або декількох напівпровідникових перетворювачів, трансформатора, а також приладів і апаратури, необхідних для пуску і роботи агрегату.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.3.6 На перетворювальних підстанціях і установках, призначених для живлення промислових споживачів, треба застосовувати напівпровідникові перетворювачі, які відповідають вимогам цієї глави і ДСТУ 3679.

4.3.7 На перетворювальних підстанціях і установках треба передбачати заходи щодо обмеження:

- впливу підстанції (установки) на якість електричної енергії в живильній мережі до значень згідно з ГОСТ 13109;
- радіоперешкод, які створюються підстанцією (установкою), до значень згідно із ГОСТ 22012.

4.3.8 На перетворювальних підстанціях і установках треба передбачати пристрої для компенсації реактивної потужності в обсязі, який визначають техніко-економічним розрахунком.

4.3.9 Ступінь резервування живлення власних потреб перетворювальних підстанцій та установок має відповідати ступеню резервування живлення перетворювальних агрегатів.

4.3.10 Перетворювальні підстанції та установки мають бути обладнаними електричним освітленням (з дотриманням вимог розділу 6 цих Правил), телефонним зв'язком, а також системами пожежної сигналізації та іншими видами сигналізації, які потрібні за умовами їх роботи. Монтаж освітлювальної арматури має забезпечувати її подальше безпечне обслуговування.

4.3.11 Перетворювальні підстанції та установки мають бути обладнаними пристроями для продування електроустаткування сухим, очищеним від пилу і масла стисненим повітрям під тиском, не більшим ніж 0,2 МПа, від пересувного компресора або від мережі стисненого повітря, а також промисловими пересувними пиłosосами.

4.3.12 Для монтажу, розбирання і складання перетворювачів та іншого устаткування слід, як правило, передбачати інвентарні (стаціонарні або пересувні) піднімально-транспортні пристрої.

4.3.13 На перетворювальних підстанціях і установках мають бути передбаченими пункти живлення для переносних електроінструментів, машин для прибирання приміщень і переносних світильників. Для живлення переносних світильників треба застосовувати наднизьку напругу, не вищу ніж 50 В змінного струму і 120 В постійного струму.

ЗАХИСТ ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

4.3.14 Трансформатор перетворювального агрегату залежно від типової потужності та первинної напруги має бути обладнаним такими пристроями захисту:

1) Максимальним струмовим захистом миттєвої дії від багатofазних замикань в обмотках і на виводах трансформатора і, якщо це можливо, від короткого замикання у перетворювачі, який діє на вимкнення.

Захист має бути відрегульованим за струмом спрацьовування від поштовхів струму намагнічування під час увімкнення ненавантаженого трансформатора і від можливих поштовхів струму навантаження; захист, як правило, має бути селективним щодо автоматичних вимикачів на стороні випрямленої напруги і запобіжників напівпровідникових перетворювачів.

Має бути забезпеченим спрацьовування захисту за всіх передбачених значень вторинної напруги трансформатора для можливих значень коефіцієнта трансформації.

В установках з первинною напругою, вищою ніж 1 кВ, максимальний струмовий захист, як правило, має бути двофазним у трирелейному виконанні.

В установках з первинною напругою до 1 кВ захист трансформатора треба виконувати автоматичним вимикачем, який має максимальні струмові розчіплювачі у всіх фазах (за ізолюваної нейтралі дозволено використовувати автоматичний вимикач, який має максимальні струмові розчіплювачі у двох фазах).

2) Газовим захистом від внутрішніх пошкоджень і зниження рівня масла в трансформаторі.

Газовий захист треба встановлювати на трансформаторах потужністю 1 МВ · А і більше, а для внутрішньоцехових перетворювальних підстанцій і установок – на трансформаторах потужністю 0,4 МВ · А і більше. Газовий захист має діяти на сигнал у разі слабких газоутворень і знижень рівня масла і на вимкнення в разі інтенсивного газоутворення.

Залежно від наявності персоналу або термінів його прибуття після появи сигналу, а також від конструкції газового реле може передбачатися дія захисту на вимкнення за подальшого зниження рівня масла. Для захисту від зниження рівня масла можна застосовувати окреме реле рівня в розширювачі трансформатора.

3) Захистом від підвищення тиску (реле тиску) герметичних трансформаторів з дією його на сигнал для трансформаторів потужністю до $0,63 \text{ МВ} \cdot \text{А}$ і з дією на вимкнення для трансформаторів потужністю понад $0,63 \text{ МВ} \cdot \text{А}$.

4) Захистом від перенапруг на стороні вторинної напруги трансформатора за випрямленої напруги 600 В і вище.

5) Пробивним запобіжником, установленим у нейтралі або фазі на стороні нижчої напруги трансформатора, за вторинної напруги до 1 кВ .

Пристрої захисту з дією на вимкнення мають діяти на вимикач, установлений на стороні первинної напруги трансформатора, і за необхідності – на автоматичний вимикач на стороні випрямленого струму перетворювальної установки.

4.3.15 Напівпровідниковий перетворювач залежно від потужності, значення випрямленої напруги, типу, призначення і режиму роботи додатково до захисту за **4.3.14** має бути обладнаним:

1) Швидкодійними запобіжниками в кожній паралельній гілці для захисту окремих або декількох послідовно з'єднаних вентилів. У разі перегорання двох і більше запобіжників має проводитися автоматичне вимкнення перетворювального агрегату. Треба передбачати сигналізацію, яка реагує на перегорання запобіжників.

2) Швидкодійним неполяризованим автоматичним вимикачем в одному полюсі зі сторони випрямленої напруги для захисту від міжполюсних замикань за перетворювачем і для захисту від перекидання інвертора в реверсивних перетворювальних агрегатах під час роботи за схемою блок – перетворювач – споживач.

Кількість автоматичних вимикачів, необхідних для захисту перетворювача, визначають, крім того, за схемою силових кіл перетворювача і споживача.

3) Захистом від зняття імпульсів керування або зміщення імпульсів керування в бік збільшення кута регулювання тиристорних перетворювачів для запобігання надструмам.

4) Швидкодійним неполяризованим автоматичним вимикачем в одному полюсі під час роботи одного або паралельної роботи декількох напівпровідникових перетворювачів на загальні збірні шини.

5) Захистом від внутрішніх і зовнішніх перенапруг.

6) Захистом від втрати або недопустимого зниження напруги живлення і напруги власних потреб перетворювача.

Перелік видів захисту може бути доповнено або скорочено залежно від умов застосування перетворювача.

У перетворювачах, які мають багатоступінчасті захисти, має бути забезпечено їх селективність.

Види захистів має бути зазначено в технічних умовах (ТУ) на перетворювач конкретних серій і типів.

4.3.16 Перетворювальний агрегат має бути обладнано пристроями захисту, контролю і сигналізації, які діють за таких ненормальних режимів роботи:

1) Перевищення допустимої температури ізоляційного масла або ізоляційної негорючої рідини трансформатора.

- 2) Перевищення допустимої температури води, яка охолоджує напівпровідниковий перетворювач.
- 3) Перегорання запобіжника в силовому колі напівпровідникового вентиля.
- 4) Припинення дії повітряного або водяного охолодження.
- 5) Тривале перевантаження перетворювального агрегату.
- 6) Відсутність імпульсів керування.
- 7) Зниження рівня опору ізоляції установки.
- 8) Порушення роботи в інших пристроях власних потреб перетворювального агрегату, які перешкоджають його нормальній роботі.

4.3.17 На перетворювальних підстанціях (установках) з чергуванням персоналу або за контролю їх роботи диспетчером пристрої захисту, контролю і сигналізації, зазначені в **4.3.16**, переліки 1)–5), 7) і 8), мають діяти на сигнал, а зазначені в **4.3.16**, перелік 6) – на вимкнення перетворювального агрегату.

На перетворювальних підстанціях (установках) без чергування персоналу і без передавання сигналів на диспетчерський пункт пристрої захисту, контролю і сигналізації, перераховані в **4.3.16**, мають діяти на вимкнення перетворювального агрегату.

В окремих випадках, виходячи з місцевих умов допускається дія пристроїв, зазначених у **4.3.16**, перелік 1), на сигнал.

РОЗМІЩЕННЯ УСТАТКУВАННЯ, ЗАХИСНІ ЗАХОДИ

4.3.18 Трансформатор, регульовальний автотрансформатор, зрівняльні реактори, анодні подільники і фільтрові реактори, які належать до одного перетворювального агрегату, можна установлювати в загальній камері.

Установлювати маслonaповнене устаткування треба відповідно до вимог глави 5.1 цих Правил. На комплектні перетворювальні підстанції та установки поширюються також вимоги, зазначені в **4.2.140–4.2.142** цих Правил.

4.3.19 Напівпровідникові перетворювачі допускається встановлювати спільно з іншим устаткуванням електротехнічних або виробничих приміщень, якщо цьому не перешкоджають умови навколишнього середовища (сильні магнітні поля, температура, вологість, запиленість тощо).

4.3.20 У виробничих приміщеннях напівпровідникові перетворювачі треба установлювати в шафах.

4.3.21 Двері шаф перетворювачів за випрямленої напруги, вищої ніж 1 кВ, незалежно від місця їх установлення (електротехнічне чи виробниче приміщення), має бути забезпечено блокуванням, яке вимикає перетворювач з боку змінного і з боку випрямленого струму і не дає змоги увімкнути його за відкритих дверей. Двері шаф перетворювачів, установлюваних ззовні електроприміщень, має бути забезпечено внутрішніми замками, які відмикаються спеціальними ключами.

4.3.22 Відкриті напівпровідникові перетворювачі, тобто такі, які мають доступні для дотику частини, що перебувають під напругою, треба установлювати лише в електроприміщеннях. При цьому перетворювачі з напругою, вищою ніж 1 кВ, повинні мати суцільну або сітчасту огорожу заввишки не менше 1,9 м. Вічка сітки огорожі мають бути розміром, не більшим ніж 25 мм × 25 мм. Двері огорож повинні мати блокування, яке вимикає перетворювач без витримки часу як з боку змінного, так і з боку випрямленого струму під час відчинення дверей.

4.3.23 Відкриті перетворювачі напругою до 1 кВ можна встановлювати:

1) На ділянках підлоги, ізолюваних від землі. При цьому підлогу має бути вкрито шаром ізоляції під самим перетворювачем і в зоні до 1,5 м від проекції перетворювача. Шар ізоляції має бути механічно достатньо міцним і розрахованим на 10-разову робочу напругу випрямленого струму. Стіни та заземлені предмети, розташовані на відстані по горизонталі, меншій ніж 1,5 м від проекції перетворювача, має бути покрито таким самим шаром ізоляції висотою 1,9 м або захищено ізолюваними від землі огорожами.

Перетворювач має бути огорожено поручнями або шнуром з ізоляційних матеріалів на ізолюваних стояках. Ширина проходу в просвіті від перетворювача до ізолюваних від землі огорож, стін та інших предметів має бути не менше ніж 1 м.

2) На неізолюваній підлозі. При цьому перетворювачі повинні мати суцільні або сітчасті індивідуальні огорожі висотою не менше ніж 1,9 м. Двері огорожі повинні мати блокування, аналогічне зазначеному в 4.3.21 блокуванню дверей шаф, або закриватися на замок. В останньому випадку над дверима огорожі або на стіні має бути виконано сигналізацію про вимкнення перетворювача як з боку змінної, так і з боку випрямленої напруги.

Вимірювальні прилади, установлені на корпусі перетворювача, має бути розташовано й змонтовано таким чином, щоб персонал міг стежити за показами приладів, не заходячи за огорожу перетворювача.

4.3.24 Декілька відкритих перетворювачів, які належать до одного перетворювального агрегату, допускається захищати однією загальною огорожею.

4.3.25 У разі встановлення відкритих перетворювачів напругою до 1 кВ на неізолюваній підлозі в електроприміщеннях відстані по горизонталі мають бути не меншими ніж:

1) від частин перетворювача, які перебувають під напругою, до заземлених огорож, стін тощо з боку, де не потрібне обслуговування перетворювачів, – 50 мм;

2) від частин одного перетворювача, які перебувають під напругою, до заземлених частин іншого перетворювача, заземлених огорож, стін тощо з боку обслуговування – 1,5 м;

3) між заземленими частинами різних перетворювачів, а також від заземлених частин перетворювача до заземлених огорож, стін тощо з боку обслуговування – 0,8 м;

4) між частинами, які перебувають під напругою, різних перетворювачів з боку обслуговування – 2,0 м.

Відстані, зазначені в переліках 2)–4), установлені за умови забезпечення заходження обслуговуючого персоналу всередину огорож без зняття напруги з перетворювачів.

У разі встановлення відкритих перетворювачів напругою, вищою ніж 1 кВ, в електроприміщеннях відстані по горизонталі мають бути не менше ніж:

– від частин перетворювача, які перебувають під напругою, до огорож, стін тощо з боку, де не потрібне обслуговування перетворювачів: за напруги 3 кВ – 165 мм, 6 кВ – 190 мм, 10 кВ – 220 мм;

– між заземленими частинами різних перетворювачів, а також від заземлених частин перетворювача до огорож, стін тощо з боку обслуговування – 0,8 м; цю відстань встановлено за умови забезпечення обслуговування перетворювача за відсутності напруги.

4.3.26 В установках, у яких перетворювальний агрегат складається з двох або більше перетворювачів і, крім того, потрібна робота частини перетворювачів за відсутності напруги на інших, електричні з'єднання окремих елементів має бути виконано таким чином, щоб була можливість вимкнення кожного перетворювача з боку змінної та з боку випрямленої напруги.

4.3.27 У разі встановлення шаф з електроустаткуванням перетворювальних агрегатів у один ряд ширина проходу з боку дверей або знімних стінок має бути не меншою ніж 1 м; за відчинених на 90° дверей шафи допускається звужувати прохід до 0,6 м.

За дворядного розташування шаф ширина проходу обслуговування між шафами має бути не менше ніж 1,2 м; за відчинених на 90° дверей двох шаф, розташованих одна проти одної, між дверима має залишатися прохід завширшки не менше ніж 0,6 м.

У разі розташування електроустаткування в шафах на висувних візках ширина проходів має бути:

- за однорядного розміщення шаф – не менше ніж довжина візка плюс 0,6 м;
- за дворядного розміщення шаф – не менше ніж довжина візка плюс 0,8 м.

У всіх випадках ширина проходів має бути не меншою від розміру візка по діагоналі.

4.3.28 Аноди перетворювачів та їх охолоджувачі має бути пофарбовано відповідно до ГОСТ 12.4.026 в колір, який відрізняється від кольору решти частин перетворювача.

4.3.29 На корпусі перетворювача має бути нанесено застережні знаки із зазначенням напруги перетворювача за неробочого ходу.

4.3.30 В установках з напівпровідниковими перетворювачами ізоляція кіл, пов'язаних з вентиляними обмотками перетворювальних трансформаторів, кіл керування і «сіткового» захисту, а також кіл, які можуть потрапити під потенціал вентиляних обмоток у разі пробоя ізоляції, має витримувати протягом 1 хв таку випробувальну напругу змінного струму частотою 50 Гц:

Номинальна напруга кіл, В	До 60	220	500	Вище 500
Випробувальна напруга, кВ	1	1,5	2	$2,5 U_{\text{н}}$ + 1,
				(але не менша ніж 3)

$U_{\text{н}}$ – випрямлена напруга неробочого ходу.

За номінальну напругу ізоляції беруть найбільше її значення (діюче), яке впливає на ізоляцію в колі, що перевіряють.

4.3.31 Первинні кола випрямленого струму повинні мати ізоляцію, відповідну їх робочій напрузі.

4.3.32 Конструкція перетворювачів має забезпечувати можливість безпечної перевірки показником напруги наявності або відсутності напруги на них.

ОХОЛОДЖЕННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

4.3.33 Для забезпечення температурного режиму перетворювачів, що його вимагає виробник обладнання, має бути передбачено пристрої для їх охолодження. Способи охолодження, температуру охолоджувальної води або повітря та їх витрати визначає виробник обладнання.

4.3.34 У разі повітряного охолодження перетворювачів вміст пилу в повітрі не має перевищувати $0,7 \text{ мг/м}^3$. За більшої концентрації пилу має бути передбачено очищення повітря.

4.3.35 У разі повітряного охолодження перетворювачів повітровід кожного перетворювача повинен мати заслінку (шибер), яка забезпечує припинення подавання повітря до перетворювача незалежно від подавання повітря до інших перетворювачів.

4.3.36 Якщо перетворювачі охолоджують водою, то, як правило, треба застосовувати замкнуту циркуляційну систему. Вода за своїми хімічними і фізичними властивостями (хімічний склад, електропровідність, жорсткість, вміст механічних домішок) має відповідати вимогам виробника обладнання.

4.3.37 Якщо перетворювач охолоджують водою за проточною або за циркуляційною системою, то трубопроводи, які підводять і відводять охолоджувальну воду, має бути виконано з ізоляційного матеріалу. Довжина ізоляційних трубопроводів має бути не меншою від тієї, яку визначає виробник перетворювача.

За проточної системи охолодження ізоляцію між перетворювачем і стічною трубою допускається здійснювати за допомогою струменя води, яка вільно падає в приймальну лійку.

4.3.38 У разі застосування як охолоджувальної рідини антикорозійних розчинів, які мають високу провідність, устаткування охолоджувальної установки (теплообмінник, насос, підігрівачі), що має в цьому випадку потенціал корпусу перетворювача, має бути встановлено на ізоляторах, а трубопроводи між охолоджувальною установкою і перетворювачем у разі доступності їх для дотику за працюючого перетворювача мають виконуватися з ізоляційних труб або шлангів. Охолоджувальну воду треба подавати в теплообмінник через ізоляційну вставку (шланг або трубу). Якщо охолоджувальну установку розташовано поза огорожею перетворювача, вона повинна мати сітчасту або суцільну огорожу, яка відповідає вимогам **4.3.23**, перелік 2); при цьому блокування дверей огорожі має забезпечувати вимкнення насоса і підігрівача теплообмінника в разі відчинення дверей.

4.3.39 Вентилі для регулювання кількості охолоджувальної води треба установлювати в безпечному і зручному для обслуговування місці. Залежно від місця розташування вони мають бути ізольованими від землі або заземленими.

4.3.40 Ступінь резервування забезпечення перетворювальної підстанції (установки) водою має відповідати ступеню резервування живлення її електроенергією.

4.3.41 Для контролю за роботою охолоджувальних пристроїв має бути встановлено достатню кількість контрольно-вимірювальних приладів і апаратури (термометри, манометри, реле тиску і протікання, витратоміри тощо).

ОПАЛЮВАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ І ВОДОПОСТАЧАННЯ

4.3.42 У приміщеннях перетворювальних підстанцій та установок має бути передбачено опалювання.

4.3.43 У холодний період за непрацюючого устаткування для опалювання має забезпечуватися температура, не нижча ніж: $+16^\circ\text{C}$ – у приміщенні перетворювальних агрегатів; $+10^\circ\text{C}$ – у приміщеннях теплообмінників. У решті приміщень має бути забезпечено температуру, зазначену в санітарних нормах.

4.3.44 У літній період температура повітря в робочій зоні приміщень перетворювальних підстанцій і установок не повинна перевищувати температуру зовнішнього повітря більше ніж на 5 °С, при цьому найбільша температура має бути не вищою ніж +40 °С.

4.3.45 У приміщеннях підстанції (установки) має бути вжито заходів для видалення надмірної теплоти, яка виділяється перетворювальними агрегатами, апаратурою, резисторами та іншим устаткуванням під час роботи установки.

4.3.46 У пристрої загальнообмінної вентиляції, яка використовується для видалення надмірної теплоти з приміщень, треба передбачати очищення повітря від пилу.

4.3.47 Рекомендовано передбачати роздільні системи вентиляції для першого поверху, підвалу та інших ізольованих приміщень. Допускається влаштовувати загальну систему вентиляції за наявності керованих заслінок (шиберів), які дають змогу припиняти подавання повітря в окремі приміщення у випадку пожежі.

4.3.48 Перетворювальні підстанції та установки має бути забезпечено водою виходячи з потреби охолодження перетворювальних агрегатів і санітарно-технічних пристроїв.

4.3.49 Водопровід має бути обладнано сітчастими фільтрами, які унеможливають попадання великих твердих частинок у систему охолодження перетворювачів.

БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.3.50 Будівлі перетворювальних підстанцій і приміщення перетворювальних установок відносяться до виробництв категорії Г відповідно до НАПБ 06.015.

4.3.51 Стіни приміщень перетворювачів має бути поштукатурено і пофарбовано до стелі світлою фарбою, а стелю – побілено. Решту приміщень фарбують і обробляють відповідно до їх призначення.

4.3.52 Підлога приміщень перетворювачів повинна мати покриття, яке не допускає утворення пилу (наприклад, цемент з мармуровою крихтою, метласька плитка).

4.3.53 У перекриттях і стінах приміщень треба передбачати монтажні люки або отвори для транспортування важкого і громіздкого устаткування. Люки має бути розташовано в зоні дії вантажопіднімального пристрою. Перекриття люка повинне мати такий самий ступінь вогнестійкості, що й перекриття приміщення, в якому люк розташовано.

4.3.54 Підвал приміщень повинен мати гідроізоляцію і дренажний пристрій.

4.3.55 Кабельні тунелі, які входять у будівлі перетворювальних підстанцій або приміщення перетворювальних установок, у місці їх прилягання до будівель (приміщень) має бути відокремлено від них перегородками з межею вогнестійкості, не меншою ніж EI 45, і дверима з межею вогнестійкості, не меншою ніж EI 30 відповідно до ДБН В.1.1.7. Двері повинні відкриватися в бік приміщення підстанції (установки) і мати самозамикальний замок, що відмикається без ключа з боку тунелю.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 12 квітня 2016 р. № 251

ГЛАВА 4.4 АКУМУЛЯТОРНІ УСТАНОВКИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

4.4.1 Ця глава Правил поширюється на стаціонарні кислотні акумуляторні батареї електроустановок загального призначення. Вимоги глави не поширюються на установки акумуляторних батарей спеціального призначення.

4.4.2 Приміщення акумуляторних батарей, в яких проводиться заряджання акумуляторів напругою понад 2,3 В на елемент, відповідно до НПАОП 40.1-1.32 належать до приміщень з вибухонебезпечною зоною класу 2 (див. також 4.4.19).

В умовах нормальної експлуатації приміщення акумуляторних батарей, які працюють у режимі постійного заряджання і підзаряджання напругою до 2,3 В на елемент, у разі обладнання відповідно до типу акумуляторів необхідною постійно діючою вентиляцією (природною або примусовою) не є вибухонебезпечними.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

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

Технічний регламент з електромагнітної сумісності обладнання, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. № 1077

Технічний регламент низьковольтного електричного обладнання, затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2015 р. № 1067

ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування

ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту

ДСТУ ISO 6309:2007 Протипожежний захист. Знаки безпеки. Форма та колір (ISO 6309:1987, IDT)

НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок

НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпечкою

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони)

ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности (Шкідливі речовини. Класифікація і загальні вимоги безпеки)

ГОСТ 12.4.026-76 ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности (Кольори сигнальні і знаки безпеки)

ГОСТ 15596-82 Источники тока химические. Термины и определения (Джерела струму хімічні. Терміни та визначення)

ГОСТ 16140-77 Стеллажи сборно-разборные. Технические условия (Стелажі збірно-розбірні. Технічні умови)

ГОСТ 18311-80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий (Вироби електротехнічні. Терміни і визначення основних понять).

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

4.4.4 У цій главі Правил використано терміни, установлені в: ГОСТ 15596: *аккумулятор, батарея аккумулятора, ёмкость, заряджання аккумулятора (аккумуляторної батареї), заряджання вирівнювальне, напруга, розряджання, підзаряджання, режим заряджання (розряджання), формування аккумулятора, электролит, элемент*; у ГОСТ 18311: *электроустановка, номинальное значение параметра электротехнического виробу, переносный электротехнический прибор, коло електричне, електрообладнання відкрите, захищене електрообладнання, закрите електротехнічне обладнання, електрообладнання герметичне, навантаження, джерело електричної енергії*; у ГОСТ 12.4.026: *знак безпеки*; у ДСТУ 7237: *ізоляція струмовідних частин*.

Нижче подано терміни, додатково використані в цій главі, та визначення позначених ними понять:

аккумулятор з регулювальним клапаном

Закритий (закупорений) в нормальних умовах експлуатації аккумулятор, обладнаний регулювальним клапаном, через який можуть видалятися газоподібні продукти електролізу у разі перевищення внутрішнього тиску заздалегідь установленого значення.

Примітка 1. Зазвичай доливання електроліту є неможливим.

Примітка 2. У позначенні свинцево-кислотних батарей застосовують аббревіатуру VRLA (valve regulated lead acid battery – свинцево-кислотна батарея з регулювальним клапаном)

аккумуляторна установка

Два або більше аккумуляторів (елементів), з'єднаних між собою, які застосовують як джерела електричної енергії, що працюють у режимі заряджання, підзаряджання від одного чи декількох випрямних зарядно-підзарядних пристроїв

батарея з постійним підзарядженням

Аккумуляторна батарея, виводи якої постійно з'єднано з джерелом постійної напруги, достатньої для підтримування батареї в повністю зарядженому стані і повного заряду батареї після перерви електропостачання в електричній мережі

батарея стаціонарна

Аккумуляторна батарея, призначена для роботи в нерухомому стані, яка не переміщується в ході експлуатації. Її постійно з'єднано з джерелом живлення постійним струмом (нерухомий монтаж)

вентильований аккумулятор

Аккумулятор, обладнаний незнімною кришкою з отвором, закритим знімною пробкою з отвором (запобіжним пристроєм), через який можуть вільно видалятися газоподібні продукти електролізу.

Примітка. Запобіжний пристрій – фільтр, гасник полум'я тощо – встановлюють на акумуляторі з метою підвищення його вибухопожежної безпеки. Забороняється експлуатація акумуляторів з пробками для транспортування

герметичний акумулятор

Акумулятор, в якому газоподібні продукти електролізу та електроліт повністю утримуються в корпусі впродовж усього терміну служби в умовах, визначених виробником.

Примітка 1. Доливання електроліту є неможливим.

Примітка 2. Герметичний акумулятор може бути обладнано пристроєм, що запобігає небезпечно високому внутрішньому тиску.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

4.4.5 Акумуляторна батарея повинна бути складеною з акумуляторів однакових типів з однаковими характеристиками:

- вентильованих;
- з регульовальним клапаном;
- герметичних.

4.4.6 Вибір електронагрівальних пристроїв, світильників, електродвигунів вентиляції та електропроводок для основних і допоміжних приміщень акумуляторних батарей, а також установлення і монтаж зазначеного електроустаткування мають проводитися згідно з вимогами НПАОП 40.1-1.32-01, якщо інше не встановлено цією главою Правил.

4.4.7 Потужність установлених зарядних пристроїв має забезпечувати живлення усіх підключених до системи постійного струму електроприймачів з урахуванням проведення водночас прискореного заряджання попередньо розрядженої акумуляторної батареї до 90 % від номінальної ємності впродовж не більше ніж 8 год.

4.4.8 Акумуляторну установку слід обладнувати вольтметром з перемикачем та амперметрами в колах зарядного і підзарядного пристроїв, акумуляторної батареї, шин живлення пристроїв РЗ та ПА. На щиті постійного струму повинен бути контроль (сигналізація) наявності живлення щита постійного струму від акумуляторної батареї.

4.4.9 У колі акумуляторної батареї необхідно встановлювати автоматичний вимикач, селективний щодо захисних апаратів мережі.

4.4.10 Підзарядний пристрій має забезпечувати стабілізацію постійної напруги на шинах батареї з відхиленнями, що відповідають технічним вимогам заводу-виробника вибраної батареї (але не більшими ніж 2 %), та рівень пульсації випрямленої напруги на виводах батареї відповідно до технічних вимог виробника вибраної батареї.

Акумуляторну установку потрібно обладнувати пристроєм, який не допускає самочинного підвищення напруги заряджання понад встановлену виробником батарей.

4.4.11 Випрямні установки, що застосовують для заряджання і підзаряджання акумуляторних батарей, які приєднуються до мережі змінного струму, повинні відповідати вимогам Технічного регламенту з електромагнітної сумісності обладнання та Технічного регламенту низьковольтного електричного обладнання.

4.4.12 Шини постійного струму акумуляторної батареї потрібно обладнувати пристроєм постійного контролю ізоляції, який діє на сигнал у разі зниження опору ізоляції одного з полюсів: до 20 кОм – за напруги 220 В, 10 кОм – за напруги 110 В, 5 кОм – за напруги 48 В і 3 кОм – за напруги 24 В.

4.4.13 Для акумуляторної батареї треба передбачати блокування, яке не допускає заряджання батареї напругою, більшою ніж 2,3 В на елемент, за вимкненої витяжної вентиляції.

4.4.14 У приміщенні акумуляторної батареї та щита постійного струму частину світильників слід приєднувати до мережі аварійного освітлення (освітлення безпеки) відповідно до **6.1.24**.

4.4.15 Під час вибору і розрахунку акумуляторної батареї треба враховувати зменшення її ємності:

- за температури в приміщенні акумуляторної батареї, нижчої ніж плюс 15 °С, – відповідно до вказівок виробника;
- у кінці терміну служби – до 80 % від номінального значення або відповідно до інформації виробника.

4.4.16 Одяг і взуття персоналу, який виконує роботи в приміщенні акумуляторної батареї, не повинні накопичувати заряди статичної електрики.

4.4.17 Різниця температур між окремими акумуляторами батареї не повинна перевищувати 3 °С.

РОЗМІЩЕННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

4.4.18 Стаціонарні акумуляторні батареї необхідно встановлювати в спеціально призначених для них приміщеннях.

Допускається встановлювати акумуляторні батареї на спеціальних окремих площах в електроприміщеннях, у шафах або огороженнях усередині або зовні приміщень, у відсіках для батарей в обладнанні. При цьому необхідно враховувати такі фактори:

- захист від зовнішньої небезпеки (вогонь, вода, удар, вібрація, землетрус тощо);
- захист від небезпек, пов'язаних з батареєю (висока напруга, вибухонебезпека, корозія, замикання на землю);
- захист від несанкціонованого доступу;
- захист від екстремальних впливів навколишнього середовища (температура, вологість, аерозольне забруднення).

Допускається встановлювати в одному приміщенні декілька кислотних батарей одного типу. Встановлення в одному приміщенні вентильованих акумуляторних батарей, акумуляторних батарей з регульовальним клапаном та герметичних акумуляторних батарей не допускається.

4.4.19 Переносні вентильовані акумулятори загальною ємністю не більше ніж 72 А · год, які застосовують для живлення стаціонарних електроустановок напругою до 60 В, можна встановлювати як в окремому приміщенні з природною вентиляцією, так і в загальному виробничому вибухо- і пожежобезпечному приміщенні, у вентильованих металевих шафах з видаленням повітря поза приміщення.

Переносні акумулятори з регульовальним клапаном та герметичні акумулятори, які працюють у режимах розряджання або постійного підзаряджання з напругою до

2,3 В на елемент, заряджання яких проводиться поза місцем їх установлення, можна встановлювати в загальному виробничому вибухо-і пожежобезпечному приміщенні в металевих шафах із жалюзі без видалення повітря поза приміщення. У разі заряджання переносних акумуляторів з регульовальним клапаном або герметичних акумуляторів за напруги, вищої ніж 2,3 В на елемент, їх можна встановлювати в загальному виробничому вибухо-і пожежобезпечному приміщенні у вентильованих металевих шафах з видаленням повітря поза приміщення.

За дотримання зазначених умов клас приміщень щодо вибухової і пожежної небезпеки не змінюється.

Розміщувати акумуляторні батареї всередині закритих об'ємів заборонено.

4.4.20 Акумулятори встановлюють на стелажах або на полицях шафи. Відстані по вертикалі між рівнями стелажів або полицями шафи мають забезпечувати зручне обслуговування акумуляторної батареї.

Вентильовані акумулятори рекомендовано розміщувати:

- у прозорих корпусах – в один ряд за одностороннього обслуговування, у два ряди – за двостороннього обслуговування та на багатоступеневих стелажах – у два три ряди;

- у непрозорих корпусах – в один ряд за одностороннього обслуговування та в два ряди за двостороннього обслуговування.

Акумулятори з регульовальним клапаном або герметичні акумулятори можна розміщувати у два і більше рядів (з урахуванням зручності їх обслуговування).

У разі розміщення акумуляторних батарей у два ряди на одноступеневих стелажах напруга між неізольованими струмовідними частинами сусідніх акумуляторів різних рядів не має перевищувати номінальну напругу 60 В.

Розміщення акумуляторів з регульовальним клапаном та герметичних акумуляторів, як правило, допускається як у вертикальному так і в горизонтальному положенні згідно з рекомендаціями заводу-виробника. У разі горизонтального розміщення акумуляторів з регульовальним клапаном та герметичних акумуляторів, якщо це передбачено виробником, акумулятори встановлюють таким чином, щоб пакети електродних пластин перебували у вертикальному положенні.

4.4.21 Розміщувати акумулятори на стелажах потрібно з відстанню між ними близько 10 мм (для батарей з жорсткими з'єднаннями відстань визначають перемичками).

4.4.22 Стелажі для встановлення акумуляторів облаштовуються та випробуються відповідно до вимог ГОСТ 16140 або технічних умов виробника; вони мають бути захищеними від дії електроліту кислотостійкою фарбою або полімерним покриттям.

4.4.23 Акумулятори мають бути ізольованими від стелажів за допомогою ізолювальних підкладок, стійких проти дії електроліту та його випарів.

Без застосування підкладок на стелажах дозволено встановлювати акумулятори, якщо це передбачено їх конструкцією.

4.4.24 Проходи для обслуговування акумуляторних батарей мають бути шириною в просвіті між акумуляторами не менше ніж 1 м за двостороннього розташування акумуляторів та не менше ніж 0,8 м – за одностороннього розташування.

Для акумуляторних батарей номінальною напругою до 60 В допускається ширина проходу не менше ніж 0,6 м.

4.4.25 Відстань від акумуляторів до опалювальних приладів має бути не менше ніж 750 мм. Цю відстань може бути зменшено за умови встановлення теплових екранів з вогнетривких матеріалів, які унеможливають місцеве нагрівання акумуляторів.

4.4.26 У спеціально призначених приміщеннях акумуляторних батарей електроустаткування слід розташовувати на відстані, не меншій ніж 1 м від акумуляторів і не меншій ніж 0,3 м нижче найнижчої точки стелі.

4.4.27 Не дозволяється розміщувати поблизу акумуляторної батареї пристрої, які можуть бути джерелами електричних розрядів або іскор (комутаційні пристрої, запобіжники тощо).

ОШИНУВАННЯ АКУМУЛЯТОРНИХ БАТАРЕЙ

4.4.28 Ошинування акумуляторних батарей необхідно виконувати мідними або алюмінієвими неізолюваними шинами або одножильними кабелями з кислотостійкою ізоляцією.

4.4.29 З'єднання і відгалуження мідних шин і кабелів батареї з вентиляваних акумуляторів слід виконувати контрольованим болтовим, за допомогою зварювання або паяння (алюмінієвих – лише зварюванням). Місця приєднання мідних шин і кабелів до акумуляторів мають лудитися. З'єднання шин такої батареї з прохідними стрижнями вивідної плити потрібно виконувати зварюванням, а з'єднання кабелів – контрольованим болтовим.

З'єднання і відгалуження мідних шин і кабелів батареї з акумуляторів з регульовальним клапаном та герметичних акумуляторів можна виконувати контрольованим болтовим, за допомогою зварювання або паяння (алюмінієвих – лише зварюванням). З'єднання шин і кабелів із прохідними стрижнями вивідної плити може бути болтовим.

Дозволяється згідно з документацією виробника акумуляторів здійснювати болтове контрольоване з'єднання елементів батарей, а також відгалудження мідних шин та кабелів.

4.4.30 Електричні з'єднання від вивідної плити з приміщення акумуляторної батареї до комутаційних апаратів і розподільного щита постійного струму слід виконувати одножильними кабелями з мідними жилами або ізолюваними шинами.

Прохід кабелів через огорожувальні конструкції приміщення акумуляторної батареї можна виконувати з використанням сертифікованих ущільнюючих кабельних прохідних елементів без встановлення прохідної плити.

4.4.31 Неізолювані провідники (шини) вентиляваних акумуляторів мають бути двічі пофарбованими кислотостійкою без вмісту спирту фарбою по всій довжині, за винятком місць з'єднання шин, приєднання до акумуляторів та інших з'єднань. Нефарбовані місця мають бути змащеними технічним вазеліном.

4.4.32 Відстань між сусідніми неізолюваними шинами визначають розрахунком на динамічну стійкість. Зазначена відстань, а також відстань від шин до частин будівлі та інших заземлених частин має бути в просвіті не менше ніж 50 мм.

4.4.33 Шини необхідно прокладати на ізоляторах і закріплювати на них за допомогою шинотримачів.

Прогін між опорними точками шин визначають розрахунком на динамічну стійкість (з урахуванням 4.4.32), але він має бути не більшим ніж 2 м. Ізолятори,

їх арматура, деталі для кріплення шин і підтримувальні конструкції мають бути електрично і механічно стійкими до дії випарів електроліту. Заземлювати підтримувальні конструкції не потрібно.

4.4.34 Вивідна плита з приміщення акумуляторної батареї має бути стійкою до дії агресивного середовища. Рекомендовано застосовувати плити з просоченого парафіном азбоцементу, ебоніту тощо. Застосовувати для плит мармур, а також фанеру та інші матеріали шаруватої структури не допускається.

У разі встановлення плит у перекритті площа плити має бути піднесеною над ним не менше ніж на 100 мм.

4.4.35 У разі виконання ошинування акумуляторних батарей мідними або алюмінієвими одножильними кабелями потрібно застосовувати кабельні конструкції (проходки, лотки тощо), стійкі до впливу агресивного середовища.

БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

4.4.36 Приміщення акумуляторних батарей за категоріями вибухової і пожежної небезпеки потрібно визначати згідно з НАПБ.Б.03.002. Двері та віконні рами можуть бути дерев'яними.

4.4.37 Акумуляторні батареї, як правило, розміщують у приміщеннях з природним освітленням; для вікон необхідно застосовувати матове або покрите білою клейовою фарбою скло.

Приміщення акумуляторних батарей допускається споруджувати без природного освітлення; допускається також розміщувати їх у сухих підвальних приміщеннях. У цих випадках не вимагається застосовувати панелі, які легко скидаються.

4.4.38 Приміщення акумуляторної батареї має бути:

- розташованим якомога ближче до зарядних пристроїв і розподільного щита постійного струму;
- ізольованим від потрапляння до нього пилу, випаровувань і газів, а також від проникнення води через перекриття;
- легкодоступним для обслуговуючого персоналу.

Приміщення акумуляторної батареї заборонено розміщувати поблизу джерел вібрації і трясіння.

4.4.39 Вхід до приміщення акумуляторної батареї з вентильованими акумуляторами має здійснюватися через тамбур. Улаштовувати вхід з побутових приміщень не допускається.

Тамбур повинен мати такі розміри, щоб двері з приміщення акумуляторної батареї до тамбура можна було відчиняти і зачиняти в разі зачинених дверей з тамбура в суміжне приміщення; площа тамбура має бути не менше ніж 1,5 м². Двері тамбура мають відчинятися назовні і бути обладнаними самозамикальними замками, які відмикаються без ключа зсередини.

Для приміщень, де встановлено акумулятори з регульовальним клапаном або герметичні акумулятори, тамбур можна не передбачати.

4.4.40 На дверях мають бути таблички: «Акумуляторна», «Вогнебезпечно», «З вогнем не входити», заборонні знаки безпеки відповідно до ГОСТ 12.4.026, «Заборонено відкрите полум'я. Заборонено курити» відповідно до ДСТУ ISO 6309, а також таблички з позначенням категорії вибухової і пожежної небезпеки.

4.4.41 Біля приміщень акумуляторних батарей з вентилятованими акумуляторами має бути окрема кімната для зберігання кислоти або електроліту, приладдя і для приготування електроліту площею не менше ніж 4 м².

Для акумуляторних батарей з регулювальним клапаном, а також для герметичних акумуляторних батарей окрему кімнату можна не передбачати.

4.4.42 Стелі приміщень акумуляторних батарей мають бути, як правило, горизонтальними і гладенькими. Допускаються стелі з конструкціями, які виступають, або похилі за умови виконання вимог **4.4.51**.

4.4.43 Підлоги приміщень акумуляторних батарей мають бути горизонтальними, на бетонній основі з кислотостійким покриттям.

Усередині приміщення, де встановлено вентилявані акумуляторні батареї, і кислотної, а також біля дверей цих приміщень передбачаються плінтуси із кислотостійкого матеріалу.

Вентильовані акумулятори потрібно встановлювати в піддони в разі встановлення на перекриттях поверхів.

4.4.44 Стіни, стелі, двері та віконні рами, вентиляційні коробки (із зовнішньої і внутрішньої сторін), металеві конструкції та інші частини приміщень акумуляторних батарей з вентилятованими акумуляторами треба фарбувати кислотостійкою фарбою.

Двері та віконні рами, виготовлені з ПВХ профілю, не потребують фарбування кислотостійкою фарбою.

4.4.45 У разі розміщення вентилятованих акумуляторів у витяжних шафах внутрішня поверхня шаф має бути пофарбованою кислотостійкою фарбою.

4.4.46 У разі проектування акумуляторних батарей в спорудах у районах із сейсмічністю 7 і більше балів, будівельну частину яких виконано або запроектовано з урахуванням вимог до будівельних конструкцій у сейсмічно небезпечних районах, слід застосовувати стелажі та акумулятори відповідного виконання. Дозволено використовувати акумуляторні батареї і стелажі, які не відповідають розрахунковим сейсмічним умовам, за виконання таких компенсуючих заходів:

- стаціонарні акумуляторні батареї комплектувати акумуляторами з регулювальним клапаном, герметичними акумуляторами;
- використовувати стелажі та їх кріплення, які унеможливають руйнування (за необхідності надання сейсмостійкості модульній системі стелажа до неї додають додаткові елементи конструкції);
- акумулятори фіксують на стелажах системою утримувальних планок;
- установлювати стелажі на єдиний «плаваючий» фундамент;
- виконувати додаткове кріплення акумуляторів на стелажах згідно з вимогами виробника;
- міжрядні з'єднання акумуляторів та з'єднання між акумуляторами різних стелажів виконувати за допомогою гнучких перемичок;
- вивідні струмопроводи виконувати за допомогою гнучких кабелів або застосовувати гнучкі кабельні вставки в розривах шинних струмопроводів.

Застосовувати двоярусні стелажі заборонено.

Акумуляторні батареї рекомендовано розміщувати на першому поверсі.

САНІТАРНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.4.47 Приміщення акумуляторних батарей, в яких заряджаються акумулятори напругою понад 2,3 В на елемент, слід обладнувати стаціонарною примусовою припливно-витяжною вентиляцією.

Для приміщень акумуляторних батарей, які працюють у режимі постійного підзаряджання і заряджання напругою до 2,3 В на елемент, необхідно передбачати застосування стаціонарних пристроїв примусової припливно-витяжної вентиляції на період заряджання батарей, контрольних перезаряджання і проведення вирівнювальних заряджання напругою понад 2,3 В на елемент.

Крім того, для вентиляції приміщень акумуляторних батарей слід передбачати природну витяжну вентиляцію, яка забезпечує не менше ніж одноразовий обмін повітря за 1 год.

Вимоги до вентиляції під час установлення акумуляторів у приміщеннях та шафах виконують згідно з додатком А до цієї глави.

4.4.48 У разі влаштування примусової витяжної вентиляції вентилятор повинен мати вибухобезпечне виконання.

4.4.49 Швидкість повітря в приміщеннях акумуляторних батарей і кислотної у разі роботи вентиляційних пристроїв має відповідати вимогам ГОСТ 12.1.005. Вміст сірчаної кислоти в повітрі приміщень акумуляторної батареї не повинен перевищувати гранично допустиму концентрацію, унормовану ГОСТ 12.1.007.

4.4.50 Вентиляційна система приміщень акумуляторної батареї має обслуговувати лише акумуляторні батареї та кислотну. Викид газів має проводитися через шахту, підняту над дахом будівлі не менше ніж на 1,5 м. Шахта має бути захищеною від попадання в неї атмосферних опадів. Виводити вентиляцію в димарі або в загальну систему вентиляції будівлі заборонено.

4.4.51 Газу, які виділяються під час роботи акумуляторної батареї, необхідно відсмоктувати з верхньої частини приміщення з боку, протилежного притоку свіжого повітря.

Якщо стеля має конструкції, які виступають, або нахил, то треба передбачати витяжку повітря відповідно з кожного відсіку або з верхньої частини простору під стелею. Відстань від верхньої кромки верхніх вентиляційних отворів до стелі має бути не більше ніж 100 мм.

На витяжних повітропроводах не допускається наявність шиберів і засувок, а також клапанів для перемикання роботи вентиляторів.

4.4.52 Проектування систем опалення в приміщеннях акумуляторної батареї необхідно виконувати згідно з ДБН В.2.5-67.

Температура в приміщеннях акумуляторних батарей повинна відповідати вимогам заводу-виробника акумуляторної батареї, а в холодний період на рівні розташування акумуляторів має бути не нижчою ніж +10 °С.

4.4.53 Не допускаються різкі зміни температури в приміщенні акумуляторних батарей (щоб не викликати конденсації вологи та зниження опору ізоляції акумуляторних батарей).

4.4.54 На електростанціях, а також на підстанціях, обладнаних водопроводом, поблизу приміщення акумуляторної батареї необхідно встановлювати водопровідний кран і раковину. Над раковиною має бути напис: «Кислоту та електроліт не зливати».

За відсутності водопроводу треба встановлювати рукомийники.

Додаток А
(обов'язковий)
до глави 4.4
«Акумуляторні установки»

ВИМОГИ ДО ВЕНТИЛЯЦІЇ У РАЗІ УСТАНОВЛЕННЯ АКУМУЛЯТОРІВ У ПРИМІЩЕННЯХ І ШАФАХ

1 Вимоги до вентиляції

Необхідний об'єм повітряного потоку Q , м³/год, для вентиляції акумуляторного приміщення або контейнера батареї розраховується за формулою:

$$Q = 0,05 \cdot n \cdot I_{\text{газ}} \cdot C_{10} \cdot 10^{-3},$$

де n – кількість елементів, шт.;

$I_{\text{газ}}$ – струм, який викликає утворення газу, мА/А · год номінальної ємності;

C_{10} – ємність С10 для свинцевої батареї, А · год, за 10-годинного розрядження до напруги 1,8 В на елемент та температури навколишнього середовища 20 °С.

Якщо виробник не надає ніяких додаткових даних, то використовують значення, наведені в таблиці А.1.

Таблиця А.1 – Значення для струму $I_{\text{газ}}$ під час заряджання

Напруга та струм для заряджання акумуляторних батарей	Для вентильованих акумуляторів із вмістом сурми менше ніж 3 %	Для акумуляторів із регулювальним клапаном
Напруга постійного підзаряджання U_{float} , В/елемент	2,23	2,27
Напруга прискореного заряджання U_{boost} , В/елемент	2,40	2,40
Струм (прискореного заряджання) $I_{\text{газ}}$, мА/А · год (стосується лише розрахунків об'єму потоку повітря за прискореного заряджання)	20	8

Примітка. Значення струму постійного та прискореного заряджання наведено для температури +40 °С (відповідно до ІЕС 62485-2).

2 Природна вентиляція

Необхідне значення об'єму повітряного потоку забезпечується за допомогою природної (переважний варіант) або примусової вентиляції.

Акумуляторні приміщення або ділянки за природних умов вентиляції вимагають мінімальної вільної площі отвору повітрязабірника і відтоку повітря, розрахованих за формулою:

$$S > 28q,$$

де q – об'єм потоку атмосферного повітря, м³/год;

S – вільний поперечний переріз отвору для притоку і відтоку повітря, см².

Примітка. Для розрахунку швидкість повітря приймають такою, що дорівнює 0,1 м/с.

Отвори для притоку і відтоку повітря повинні знаходитись в зручних місцях для створення найбільш підходящих умов повітрообміну. Це означає, що:

- отвори треба розташовувати на протилежних стінах;
- якщо отвори знаходяться на одній і тій самій стіні, то відстань між ними повинна бути як мінімум 2 м.

3 Примусова вентиляція

Якщо об'єм повітряного потоку Q не може забезпечуватися природною вентиляцією, то потрібно застосовувати примусову вентиляцію. Зарядний пристрій слід блокувати з системою вентиляції або подавати сигнал для забезпечення необхідного об'єму повітряного потоку для вибраного режиму заряджання.

Повітря, яке виходить із акумуляторного приміщення, вилучають у повітряний простір за межами будівлі.

БІБЛІОГРАФІЯ

1 IEC 62485-2:2010 Safety requirements for secondary batteries and battery installations – Part 2: Stationary batteries (Вимоги безпеки для акумуляторних батарей і батарейних установок – Частина 2: Стаціонарні батареї).

РОЗДІЛ 5

ЕЛЕКТРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 30 липня 2015 р. № 480

ГЛАВА 5.1 ЕЛЕКТРОМАШИННІ ПРИМІЩЕННЯ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

5.1.1 Ця глава Правил поширюється на улаштування електромашинних приміщень і встановлення в них електроустаткування.

Якщо потужність найбільшої встановленої в них машини або перетворювача є меншою ніж 500 кВт (кВАр), то виконувати вимоги **5.1.10–5.1.12, 5.1.14, 5.1.15, 5.1.22, 5.1.32 і 5.1.33** не обов'язково.

5.1.2 Установлення електроустаткування, яке розглядають у цій главі, має відповідати вимогам інших глав Правил тією мірою, якою їх не змінено згідно з цією главою.

Установлення електроустаткування напругою, вищою ніж 1 кВ, у частині, не зазначеній у цій главі, має відповідати вимогам глави 4.2 цих Правил щодо внутрішньоцехових підстанцій.

Додаткові вимоги щодо електрообладнання електромашинних приміщень встановлено за НПАОП 40.1-1.32-01 та СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681-88 (НАПВ В.01.056-2013/111).

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

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

ДСТУ 4319:2004 Повітряні фільтри для загального вентилявання. Визначання характеристик фільтрування (EN 779:2002, MOD)

СОУ-Н ЕЕ 40.1-21677681-88:2013 (НАПБ В.01.056-2013/111) Правила будови електроустановок. Пожежна безпека електроустановок. Інструкція

СОУ 41.0-21677681-34:2010 (НАПБ 05.031-2010) Інструкція з пожежної безпеки та захисту автоматичними системами водяного пожежогасіння кабельних споруд

СОУ 40.1-21677681-60:2012 (НАПБ В.01.061-2011/111) Протипожежний захист машзалів електростанцій. Правила проектування та експлуатації протипожежного устаткування

СОУ-Н ЕЕ 03.314-2007 (НАПБ 05.037-2007) Інструкція з проектування та експлуатації установок пожежної сигналізації і систем оповіщення і керування евакуацією людей при пожежах

НАПБ В.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

НАПБ 06.015-2006 Перелік приміщень і будівель енергетичних підприємств Мінпаливенерго України з визначенням категорій і класифікації зон з вибухопожежної та пожежної небезпеки

НАПБ 05.028-2004 Протипожежний захист енергетичних підприємств, окремих об'єктів та енергоагрегатів. Інструкція з проектування і експлуатації

СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками (Фундаменти машин з динамічними навантаженнями)

НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

5.1.4 Нижче подано терміни, вжиті в цій главі Правил, та визначення позначених ними понять:

електромашинне приміщення

Приміщення, в якому спільно можна встановлювати електричні генератори, обертіві або статичні перетворювачі, електродвигуни, трансформатори, розподільні установки, щити і пульти керування, а також допоміжне устаткування, яке належить до них.

ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

5.1.5 У цій главі Правил використано такі скорочення:

ЕМП – електромашинне приміщення;

РУ – розподільна установка.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.1.6 Категорію з пожежної небезпеки електромашинного приміщення (ЕМП) треба визначати згідно з розрахунком, виконаним відповідно до НАПБ В.03.002-2007 та НАПБ 06.015.

Протипожежний захист електромашинних приміщень має відповідати вимогам СОУ 40.1-21677681-60 (НАПБ В.01.061-2011/111) та НАПБ 05.028.

5.1.7 Електромашинні приміщення мають бути обладнаними телефонним зв'язком і пожежною сигналізацією, а також іншими видами сигналізації, потрібними за умовами роботи.

5.1.8 В ЕМП допускається розміщувати редуктори і шестерінчасті кліті механізмів, пов'язаних з електродвигунами, які встановлено в цьому ЕМП.

5.1.9 Обертові частини встановленого в ЕМП устаткування, розташовані на доступній висоті, має бути захищено від випадкових дотиків відповідно до вимог чинних нормативних документів.

5.1.10 В ЕМП має бути передбачено мережі живлення зварювальних трансформаторів, переносних світильників, електроінструменту, машин для прибирання приміщень тощо.

Для живлення переносних світильників треба застосовувати напругу до 42 В.

5.1.11 Електромашинні приміщення потрібно обладнувати:

- пристроями для продування електроустаткування сухим, чистим, стиснутим повітрям з тиском, не більшим ніж 0,2 МПа, від пересувного компресора (за наявності відповідного обґрунтування – від мережі стиснутого повітря);
- промисловим пересувним пиłosосом для збирання пилу.

5.1.12 Для транспортування і монтажу, розбирання і складання електричних машин, перетворювачів та інших робіт мають бути, як правило, передбаченими інвентарні (стаціонарні або пересувні) підймальні та транспортні пристрої.

РОЗМІЩЕННЯ І ВСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

5.1.13 Компонування ЕМП на всіх відмітках має передбачати зручне транспортування і монтаж устаткування. У підвалі ЕМП за його довжини понад 100 м має бути передбачено проїзди для електрокарів або транспортних візків.

Відстань у просвіті між елементами устаткування, які транспортуються, та елементами будівлі або устаткування має бути не менше ніж 0,3 м по вертикалі та 0,5 м по горизонталі.

5.1.14 Ширина проходів між фундаментами або корпусами машин, між машинами і частинами будівлі або устаткування має бути не менше ніж 1 м у просвіті; допускаються місцеві звуження проходів між виступаючими частинами машин і будівельними конструкціями до 0,6 м на довжину, не більшу ніж 0,5 м.

5.1.15 Відстань у просвіті між корпусом машини і стіною будівлі, між корпусами і торцями машин, які стоять поряд (за наявності проходу з другого боку машин) має бути не менше ніж 0,3 м за висоти машин до 1 м від рівня підлоги і не менше ніж 0,6 м – за висоти машин понад 1 м.

Ширина проходу обслуговування між машинами і фасадом (лицьовою стороною обслуговування) пульта керування або щита керування має бути не менше ніж 2 м. У разі встановлення щита в шафі цю відстань вибирають від машини до зачинених дверей або стінки шафи.

Зазначені вимоги не стосуються постів місцевого керування приводами.

Ширина проходу між корпусом машини і торцем пульта керування або щита керування має бути не менше ніж 1 м.

5.1.16 Ширина проходу обслуговування у просвіті між рядом шаф з електроустаткуванням напругою до 1 кВ і частинами будівлі або устаткування має бути не менше ніж 1 м, а за відчинених дверцят шафи – не менше ніж 0,6 м; у разі дворядного розташування шаф ширина проходу у просвіті між ними має бути не менше ніж 1,2 м, а між відчиненими протилежними дверцятами – не менше ніж 0,6 м.

Допускається установлювати машини потужністю до 10 кВт і малогабаритне устаткування в проходах обслуговування за розподільними щитами, стелажми, пультами та іншими подібними елементами РУ до 1 кВ за рахунок місцевого звуження проходів у просвіті до значення, не меншого ніж 0,6 м; при цьому відстань від корпусу машини або апарата до струмовідних частин щита має бути не менше від зазначеної в 4.1.32, перелік б) цих Правил.

Розміри проходів обслуговування для РУ, щитів та іншого устаткування мають задовольняти вимоги, наведені у 4.1.32–4.1.34 і 4.2.86 цих Правил.

У підвальному поверсі ЕМП треба передбачати виконання кабельного поверху або кабельного тунелю за відкритого прокладання понад 350 силових і контрольних кабелів або понад 150 силових кабелів у найбільш завантаженому кабелями перерізі підвалу.

Ширину проходів у кабельних спорудах треба приймати відповідно до 2.3.92 і 2.3.145–2.3.146 цих Правил. Ряди кабельних конструкцій з кабелями в цих спорудах не мають утворювати тупиків довжиною понад 12 м. Щоб уникнути утворення тупиків, допускається влаштовувати прохід під кабелями висотою в просвіті не менше ніж 1,5 м від підлоги. Над таким проходом допускається зменшувати відстань між полицями, що забезпечує можливість заміни кабелів, але не менше ніж до 100 мм.

5.1.17 Безпосередньо в ЕМП допускається відкрито встановлювати:

- маслонаповнені пускові та пускорегулювальні пристрої для електричних машин до і вище 1 кВ (автотрансформатори, реактори, реостати тощо) за маси масла до 600 кг;

- трансформатори потужністю до 1,6 МВ · А, автотрансформатори, вимірювальні трансформатори та інші апарати з масою масла до 2 т, які мають підвищену міцність баків і ущільнення, що унеможливають течу масла, а також (для трансформаторів і автотрансформаторів) газовий захист або реле тиску, що працює на сигнал.

Допускається спільне встановлення групи, яка складається не більше ніж із двох зазначених трансформаторів (апаратів), за відстані між окремими групами, не меншої ніж 10 м у просвіті;

- сухі трансформатори або наповнені негорючими рідинами без обмеження потужності та кількості;

- металеві КРУ, підстанції до 1 кВ і вище, батареї конденсаторів або окремі конденсатори;

- акумуляторні батареї закритого типу за умови влаштування витяжного пристрою або їх зарядки в спеціальних приміщеннях чи шафах;

- напівпровідникові перетворювачі;

- щити керування, захисту, вимірювання, сигналізації, а також щити блоків і станцій керування зі встановленими на них апаратами, що мають на лицьовій або задній стороні відкриті струмовідні частини;

- неізолювані струмопроводи до 1 кВ і вище;

- устаткування для охолодження електричних машин.

5.1.18 У разі розташування в ЕМП маслонаповненого електроустаткування в закритих камерах з викочуванням усередину ЕМП маса масла в устаткуванні, встановленому в одній камері або в групі суміжних камер, має бути не більше ніж 6,5 т,

а відстань у просвіті між двома камерами або групами камер з маслонаповненим устаткуванням – не менше ніж 50 м.

Якщо ця відстань не може бути витриманою або якщо маса масла в одній камері або в групі суміжних камер є більшою ніж 6,5 т, то маслонаповнене електроустаткування треба розміщувати в камерах з викочуванням назовні або в коридор, спеціально призначений для цієї мети, або у виробниче приміщення з виробництвом категорій Г або Д згідно з НАПБ 06.015.

5.1.19 Відмітка верхньої поверхні фундаментної плити обертової машини, не пов'язаної з механічним устаткуванням (перетворювальні, збуджувальні, зарядні агрегати тощо), має бути вище за відмітку чистої підлоги не менше ніж на 50 мм. Відмітку верхньої поверхні фундаментної плити обертової машини, пов'язаної з механічним устаткуванням, визначають за вимогами, що ставляться до його установлення.

5.1.20 Наскрізний прохід через ЕМП трубопроводів, які містять вибухонебезпечні гази, горючі або легкозаймисті рідини, виконувати не допускається. В ЕМП дозволено прокладати лише трубопроводи, які безпосередньо належать до встановленого в них устаткування. Холодні трубопроводи повинні мати захист від запотівання. Гарячі трубопроводи повинні мати теплову вогнетривку ізоляцію в тих місцях, де це необхідно для захисту персоналу або устаткування. Трубопроводи повинні мати відмітне забарвлення. Живлення переносних світильників у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних допускається напругою, не більшою ніж 24 В, а у випадках, передбачених 6.1.17 цих Правил, – не більшою ніж 12 В.

5.1.21 У разі, якщо верхня відмітка фундаментної плити машини знаходиться вище або нижче за відмітку підлоги ЕМП більше ніж на 400 мм, то навколо машини треба передбачати вогнетривкий майданчик завширшки не менше ніж 600 мм з поручнями і сходами. Майданчики обслуговування, розташовані на висоті до 2 м над рівнем підлоги, треба захищати поручнями, а розташовані на висоті понад 2 м – поручнями і бортовими бар'єрами. Для входу на майданчики треба передбачати сходинок.

5.1.22 За наявності на підприємстві залізничної мережі, пов'язаної із залізницею загального користування, і в разі доставки важкого устаткування залізницею потрібно передбачати залізничну лінію нормальної колії з тупиковим заходженням до ЕМП. Довжина тупикового заходження має забезпечувати можливість зняття устаткування з відкритої платформи за допомогою вантажопідіймальних пристроїв ЕМП.

Якщо устаткування доставляють автотранспортом, потрібно передбачати можливість заїзду автотранспорту в зону дії вантажопідіймальних пристроїв ЕМП.

5.1.23 Електричні машини треба встановлювати таким чином, щоб їх робота не викликала шуму і вібрації самої машини, фундаменту або частин будівлі понад допустимі межі.

5.1.24 Для виконання монтажних і ремонтних робіт у ЕМП потрібно передбачати спеціальні (монтажні) майданчики або вільні майданчики між устаткуванням, які розраховано на найбільше можливе навантаження від устаткування і розташовано в зоні дії вантажопідіймальних пристроїв ЕМП. Зовнішні контури підлоги монтажного майданчика мають бути позначеними фарбою або плиткою, які відрізняються кольором від інших частин підлоги.

Ділянки ЕМП, по яких транспортують устаткування, мають бути розрахованими на навантаження устаткування, яке транспортують. Контури цих ділянок треба позначати фарбою або плиткою.

Розміри монтажних майданчиків визначають за габаритом найбільшої деталі (в упаковці), для розміщення якої їх призначено, із запасом в 1 м убік.

Місця встановлення стояків для розміщення роторів великих електричних машин на монтажних майданчиках повинні бути розрахованими на навантаження від ваги цих роторів і стояків і мати відмітне забарвлення. На монтажних майданчиках має бути нанесено написи з вказівкою значення найбільшого припустимого навантаження.

5.1.25 У приміщенні з електроустановками розташування електричних світильників має забезпечувати їх безпечне та зручне обслуговування – як правило, вони не мають знаходитися над електрообладнанням та обертовими частинами машин.

ЗМАЩУВАННЯ ПІДШИПНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

5.1.26 Трубопроводи масла і води можна прокладати до підшипників відкрито або в каналах зі знімними покриттями з межею вогнестійкості, не меншою ніж ЕІ 120. У необхідних випадках допускається також приховане прокладання трубопроводів у землі або бетоні.

З'єднувати труби з арматурою допускається за допомогою фланців.

Діафрагми та вентилі треба встановлювати безпосередньо біля місць підведення масла до підшипників електричних машин.

Труби, які підводять масло до електрично ізолюваних від фундаментної плити підшипників, мають бути електрично ізолюваними від підшипників та інших деталей машини. Кожна труба повинна мати не менше ніж два ізоляційних проміжки або ізолюючу вставку довжиною не менше ніж 0,1 м.

5.1.27 У необхідних випадках ЕМП мають бути обладнаними резервуарами і системою трубопроводів для зливання масла з маслonaповненого електроустаткування відповідно до вимог НАПБ 05.028 та СОУ 40.1-21677681-60 (НАПБ В.01.061-2011/111).

Зливати масло в каналізацію заборонено.

ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА ОПАЛЮВАННЯ

5.1.28 Для ЕМП треба передбачати заходи щодо видалення надмірної теплоти, яка виділяється електричними машинами, резисторами і апаратурою.

Температура повітря в ЕМП, у яких працюють люди, має відповідати санітарним нормам.

Температура повітря для охолодження працюючих електричних машин не має перевищувати плюс 40 °С. Повітря для охолодження електричних машин має бути очищеним від пилу в пилоосадних камерах або на фільтрах класу не нижче G1 згідно з ДСТУ 4319.

Для машин з розімкненим циклом вентиляції, для організації якої використовуються повітропроводи, останні повинні мати жалюзі, які закриваються для запобігання потраплянню навколишнього повітря в зупинену машину.

Електромашинні приміщення мають бути обладнаними приладами для контролю температури.

5.1.29 Приміщення відкритої акумуляторної батареї та конденсаторної установки, розташовані всередині ЕМП, повинні мати окремі системи вентиляції згідно з вимогами, передбаченими главами 4.4 і 5.6 цих Правил.

5.1.30 У місцевостях із забрудненим повітрям будівлі ЕМП треба виконувати таким чином, щоб забезпечувалася можливість потрапляння до них лише очищеного повітря. Для цього двері, ворота та інші отвори повинні мати ущільнення. Ці будівлі рекомендовано виконувати без вікон і ліхтарів або з пилонепроникними світловими отворами, наприклад із заповненням склоблоками. Система загальнообмінної вентиляції має подавати в будівлю ЕМП повітря, очищене від пилу в пилоосадних камерах або на фільтрах класу не нижче G1 згідно з ДСТУ 4319 з підтриманням в будівлі ЕМП позитивного повітряного балансу (або у будівлі ЕМП повинні бути передбаченими тамбури-шлюзи з підтриманням у них надлишкового тиску очищеного повітря).

5.1.31 У вентиляційних камерах і каналах санітарно-технічної вентиляції прокладати кабелі і проводи не дозволено. Допускається лише перетинати камери і канали проводами і кабелями, прокладеними в сталевих трубах.

У камерах і каналах вентиляції електричних машин допускається прокладати проводи і кабелі з оболонками з негорючих матеріалів, а також неізольовані шини. Установлювати у вентиляційних каналах і камерах машин кабельні муфти та інше електроустаткування не допускається.

5.1.32 В ЕМП рекомендовано передбачати роздільні системи вентиляції для першого поверху, підвалу та інших ізольованих приміщень. Допускається влаштовувати загальну систему вентиляції за наявності керованих заслонок, які дають змогу відсікати подання повітря в окремі приміщення на випадок пожежі.

В ЕМП заборонено розміщувати установки для вентиляції суміжних пожежо-небезпечних приміщень (наприклад, підвалів з маслом).

5.1.33 В ЕМП потрібно передбачати автоматичне вимикання примусової вентиляції та закриття природної вентиляції кабельних каналів і півповерхів, які входять до складу ЕМП, у разі спрацьовування системи автоматичного пожежога-сіння, відповідно до вимог СОУ 41.0-21677681-34 (НАПБ 05.031).

БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

5.1.34 В ЕМП з постійним чергуванням персоналу приміщення для нього треба обладнувати необхідними засобами зв'язку, сигналізації, вимірювання, опалювання та кондиціонування (вентиляції), водопроводом та каналізацією.

5.1.35 Стіни ЕМП до висоти, не меншої ніж 2 м, треба фарбувати світлою алкідною фарбою, а решту поверхні – світлою емульсійною фарбою відповідно до вказівок щодо раціонального кольорового оброблення виробничих приміщень. Вентиляційні канали, у тому числі канали у фундаментах машин, по всій внутрішній поверхні треба фарбувати світлою фарбою, яка не підтримує горіння, або облицьовувати глазурованими плитками чи пластикатовим покриттям, яке не підтримує горіння.

Електроустаткування в ЕМП має бути пофарбованим відповідно до вказівок щодо раціонального кольорового оброблення устаткування та вимог цих Правил.

Підлоги ЕМП повинні мати покриття, яке витримувало б механічні навантаження під час ремонтно-експлуатаційного обслуговування обладнання та не допускало утворення пилу (цементне з мармуровою крихтою, з метласької плитки тощо).

5.1.36 Як опори для перекриття підвалу ЕМП допускається використовувати фундаменти машин за дотримання вимог СНиП 2.02.05.

У перекриттях ЕМП треба передбачати монтажні люки або отвори для транспортування важкого і громіздкого устаткування з одного поверху на інший. Люки треба розташовувати в зоні дії вантажопідіймального пристрою. Перекриття люка повинне мати такий самий ступінь вогнестійкості, що й перекриття, в якому розташовано люк.

5.1.37 Підвал ЕМП повинен мати дренажний пристрій, а в разі високого рівня ґрунтових вод, – крім того, і гідроізоляцію.

5.1.38 Кабельні тунелі, які входять до ЕМП, у місцях примикання до ЕМП мають бути відокремленими від них перегородками з межею вогнестійкості не менше ніж EI 45 або дверима з межею вогнестійкості не менше ніж EI 45 та облаштованими протипожежною автоматикою. Двері повинні відчинятися в обидва боки і мати самозамикальний замок, який відмикається з боку кабельного тунелю без ключа.

Двері секційних перегородок кабельних споруд, які прилягають до ЕМП, повинні бути протипожежними самозамикальними, з межею вогнестійкості не менше ніж EI 45, відчинятися в бік ближнього виходу зсередини секції й мати щільний привір. Під час експлуатації кабельних споруд вони, як правило, мають знаходитися в зачиненому положенні. За умови вентиляції кабельних приміщень допускається тримати двері у відчиненому положенні, при цьому вони повинні автоматично зачинятися від імпульсу протипожежної автоматики у відповідному відсіку споруди.

5.1.39 Двері ЕМП треба обладнувати евакуаційними покажчиками відповідно до вимог СОУ-Н ЕЕ 03.314 (НАПБ 05.037).

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 8 грудня 2015 р. № 795

ГЛАВА 5.2

ГЕНЕРАТОРИ ТА СИНХРОННІ КОМПЕНСАТОРИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

5.2.1 Ця глава Правил поширюється на стаціонарне встановлення в спеціальних приміщеннях (машинних залах) або на відкритому повітрі турбогенераторів (у разі з'єднання з паровими і газовими турбінами) та гідрогенераторів електростанцій, включаючи гідрогенератори-двигуни (ГГД) гідроакумуючих електростанцій (далі під терміном «гідрогенератори» треба розуміти також і ГГД), а також синхронних компенсаторів. Зазначене встановлення має відповідати також вимогам, наведеним у главі 5.1 цих Правил, за винятком **5.1.3, 5.1.15, 5.1.31–5.1.33**. Установлення допоміжного устаткування генераторів і синхронних компенсаторів (електродвигунів, розподільних установок і пускорегулювальної апаратури, щитів тощо) має відповідати вимогам відповідних глав цих Правил.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

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

ДСТУ 3429-96 Електрична частина електростанції та електричної мережі. Терміни та визначення

ДСТУ 4265:2003 (ГОСТ 21558-2000, MOD) Системи збудження турбогенераторів, гідрогенераторів та синхронних компенсаторів. Загальні технічні умови

ГОСТ 183-74 Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия (Машины електричні обертові. Загальні технічні умови)

ГОСТ 533-2000 (МЭК 34-3-88) Машины электрические вращающиеся. Турбогенераторы. Общие технические условия (Машины електричні обертові. Турбогенератори. Загальні технічні умови)

ГОСТ 5616-89 Генераторы и генераторы-двигатели электрические гидротурбинные. Общие технические условия (Генераторы і генератори-двигуни гідротурбінні. Загальні технічні умови)

ГОСТ 27471-87 (СТ СЭВ 169-86) Машины электрические вращающиеся. Термины и определения (Машины електричні обертові. Терміни та визначення)

СОУ-Н МЕН 40.1.00100227-68:2012 Стійкість енергосистем. Керівні вказівки

СОУ-Н МЕН 40.1-21677681-67:2012 Обмежувачі перенапруг нелінійні напругою 6–35 кВ. Настанова щодо вибору та застосування у розподільчих установках

СОУ-Н ЕЕ 40.12-00100227-47:2011 Обмежувачі перенапруг нелінійні напругою 110–750 кВ. Настанова щодо вибору та застосування.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

5.2.3 У цій главі Правил використано терміни, установлені в: ГОСТ 27471: *генератор (електромашинний), турбогенератор, гідрогенератор, компенсатор (електромашинний), синхронна машина*; у ДСТУ 4265: *форсування збудження, гасіння поля, роззбудження, тиристорні системи збудження, діодна система збудження, система збудження, збудник*; у ДСТУ 3429: *кабельна лінія, шинопровід*.

5.2.4 Нижче подано терміни, додатково використані в цій главі, і визначення позначених ними понять:

автоматичний регулятор збудження

Пристрій, який є складовою частиною системи збудження і який діє на збудник синхронної машини з метою автоматичного підтримання напруги генератора і електричної мережі на заданому рівні.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.2.5 Генератори, синхронні компенсатори та їх допоміжне устаткування, які встановлюють на відкритому повітрі, повинні мати спеціальне виконання.

5.2.6 Конструкція генераторів і синхронних компенсаторів має забезпечувати їх нормальну експлуатацію терміном, не меншим ніж 25 років, з можливістю заміни деталей, які зношуються і пошкоджуються, та вузлів за допомогою основних вантажопідіймальних механізмів і засобів малої механізації без повного розбирання машини.

5.2.7 Генератори і синхронні компенсатори має бути обладнано контрольно-вимірювальними приладами відповідно до вимог глави 1.6 цих Правил, пристроями керування, сигналізації, захисту відповідно до 3.2.34–3.2.50 і 3.2.72–3.2.90 цих Правил, системою збудження з пристроями гасіння поля, захисту ротора від перенапруг, автоматичними регуляторами збудження (АРЗ) відповідно до 3.3.52–3.3.60 цих Правил, а також, як правило, пристроями автоматики для забезпечення автоматичного пуску, роботи і зупину агрегату. Крім того, турбогенератори потужністю 100 МВт і більше та синхронні компенсатори з водневим охолодженням має бути обладнано пристроями дистанційного контролю вібрації підшипників.

Турбо- і гідрогенератори потужністю 100 МВт і більше має бути обладнано реєстраторами перехідних процесів і аварійних подій із записом передаварійного процесу.

5.2.8 Гідрогенератори, гідрогенератори-двигуни та їх допоміжні системи повинні відповідати вимогам ГОСТ 5616, ГОСТ 183, ДСТУ 4265 і технічним умовам на генератори.

Конструкціями гідрогенератора і системи його водопостачання має бути передбачено можливість повного видалення води, а також відсутність застійних зон під час ремонту в будь-яку пору року.

Панелі керування, релейного захисту, автоматики, збудження і безпосереднього водяного охолодження гідрогенератора треба, як правило, розміщувати в безпосередній близькості від нього.

5.2.9 Електричні та механічні параметри потужних турбо- і гідрогенераторів треба, як правило, приймати оптимальними щодо навантажувальної здатності. За необхідності забезпечення статичної та динамічної стійкості роботи параметри генераторів можна приймати відмінними від оптимальних щодо навантажувальної здатності за умови обґрунтування техніко-економічними розрахунками і розрахунками згідно із СОУ-Н МЕН 40.1.00100227-68.

5.2.10 Номінальну напругу генераторів треба приймати на основі техніко-економічних розрахунків за погодженням із заводом-виробником і відповідно до вимог чинних ДСТУ, ГОСТ.

5.2.11 Установлення додаткового устаткування для використання гідрогенераторів та гідрогенераторів-двигунів як синхронних компенсаторів має бути обґрунтовано техніко-економічними розрахунками.

5.2.12 Для монтажу, розбирання і складання генераторів, синхронних компенсаторів та їх допоміжного устаткування треба передбачати стаціонарні, пересувні або інвентарні підіймально-транспортні пристосування і механізми.

5.2.13 У разі застосування зовнішніх вантажопідіймальних кранів гідроелектростанцій треба передбачати прості заходи для унеможливлення дії дощів та снігу на устаткування за тривалого розкриття приміщень і монтажних майданчиків.

5.2.14 Електростанції повинні мати приміщення для зберігання резервних стрижнів обмотки статора. Приміщення мають бути сухими, опалюваними, з температурою, не нижчою ніж $+10^{\circ}\text{C}$, обладнаними спеціальними стелажми.

ОХОЛОДЖЕННЯ І ЗМАЩУВАННЯ

5.2.15 У разі використання морської або прісної води з агресивним впливом газоохолоджувачі, теплообмінники, маслоохолоджувачі, а також трубопроводи та арматуру до них треба виконувати з матеріалів, стійких до дії корозії.

5.2.16 Генератори та синхронні компенсатори з розімкненою системою охолодження і гідрогенератори потужністю 1 МВт і більше з частковим відбором повітря для опалювання має бути забезпечено фільтрами для очищення повітря, яке входить до них ззовні, а також пристроями для швидкого припинення його подавання в разі займання генератора або синхронного компенсатора.

5.2.17 Для генераторів і синхронних компенсаторів із замкненою системою повітряного охолодження має бути виконано такі заходи:

1) Камери холодного і гарячого повітря повинні мати щільно заклені оглядові лючки, які зачиняються.

2) Двері камер холодного і гарячого повітря повинні бути сталевими, такими, що щільно зачиняються, відчиняються назовні, і мати самозамикальні замки, які відмикаються без ключа зсередини камер.

3) Усередині камер холодного і гарячого повітря має бути обладнано освітлення з вимикачами, винесеними назовні.

4) Короби гарячого повітря, а також конденсатори і водопроводи парових турбін, якщо вони містяться в камерах охолодження, має бути покрито тепловою ізоляцією, щоб уникнути підігрівання холодного повітря і конденсації вологи на поверхні труб.

5) У камерах холодного повітря має бути влаштовано кювети для видалення води, яка сконденсувалася на повітроохолоджувачах. Для турбогенераторів кінець

труби, що виводить воду в дренажний канал, має бути забезпечено гідравлічним затвором, при цьому рекомендовано мати пристрій сигналізації, який реагує на появу води в зливній трубі.

6) Корпус, стики, повітровід та інші ділянки треба ретельно ущільнювати для запобігання присосам повітря в замкнену систему вентиляції. У дверях камер холодного повітря турбогенераторів і синхронних компенсаторів має бути виконано організований присос повітря через фільтр, який установлюють у зоні розрідження (після повітроохолоджувача).

7) Стіни камер і повітряних коробів мають бути гладенькими і щільними; їх має бути пофарбовано світлою, такою, що не підтримує горіння, фарбою або облицьовано керамічними глазурованими плитками чи пластиковим покриттям, яке не підтримує горіння. Підлога камер і фундаменти повинні мати покриття, яке не допускає утворення пилу (наприклад, цементне з мармуровою крихтою, з керамічної плитки).

5.2.18 Турбогенератори і синхронні компенсатори з водневим охолодженням має бути обладнано:

1) Установкою централізованого вироблення або централізованого постачання водню з механізацією навантаження і розвантаження газових балонів на ній, газопроводами підживлення газом і приладами контролю за параметрами газу (тиск, чистота тощо) в генераторі або синхронному компенсаторі.

Для подавання водню від газових резервуарів до машинного залу передбачають одну магістраль. Для турбогенераторів, за необхідності, може бути прокладено дві магістралі; прокладання двох ліній повинно бути економічно обґрунтованим. Схему газопроводів виконують кільцевою секціонованою. Для синхронних компенсаторів виконують одну магістраль.

Для запобігання утворенню вибухонебезпечної газової суміші на живильних водневих лініях і на лініях подачі повітря має бути забезпечено можливість створення видимих розривів перед турбогенератором і синхронним компенсатором.

2) Установкою централізованого вироблення або централізованого постачання інертних газів (вуглекислого газу або азоту) з механізацією навантаження і розвантаження газових балонів на ній – для витіснення водню або повітря з генератора (синхронного компенсатора), для продування і гасіння пожежі в головному масляному баку турбіни, в опорних підшипниках генератора і в струмопроводах.

3) Основним, резервним, а турбогенератори, крім того, і аварійними джерелами маслостачання підшипників і водневих ущільнень, демпферним баком для живлення торцевих ущільнень маслом протягом часу, необхідного для аварійного зупину генератора зі зливом вакууму турбіни, для турбогенераторів потужністю 60 МВт і більше. Резервне і аварійне джерела маслостачання мають автоматично вмикатися в роботу в разі вимкнення робочого джерела маслостачання, а також у разі зниження тиску масла та забезпечувати підтримання позитивного перепаду масло – водень на водневих ущільненнях турбогенераторів.

4) Автоматичними регуляторами тиску масла на водневих ущільненнях турбогенераторів. Тиск масла на ущільненнях валу ротора турбогенератора має перевищувати тиск водню в корпусі машини; нижню та верхню межі перепаду тиску треба зазначати в інструкції заводу-виробника. У схемі маслостачання обхідні вентилі регуляторів мають бути регульованими, а не запірними, для унеможливлення стриб-

ків тиску масла під час переходів з ручного регулювання на автоматичне і навпаки. Запірну арматуру, яку встановлено на маслопроводах ущільнення генератора, має бути опломбовано в робочому положенні.

5) Пристроями для осушування водню, увімкненими в контур циркуляції водню в генераторі або синхронному компенсаторі.

6) Попереджувальною сигналізацією, яка діє в разі несправностей газомасляної системи водневого охолодження і відхилення її параметрів (тиск, чистота водню, перепад тиску масло – водень) від заданих значень.

7) Контрольно-вимірювальними приладами і пристроями автоматики для контролю та керування газомасляною системою водневого охолодження, при цьому не допускається розміщувати газові та електричні прилади на одній закритій панелі.

8) Вентиляційними установками в місцях скупчення газу головного масляного бака, масляних камер на зливі, основних підшипників турбогенератора тощо.

У фундаментах турбогенераторів і синхронних компенсаторів не має бути порожнеч, в яких може скупчуватися водень. За наявності просторів, обмежених будівельними конструкціями (балки, ригелі тощо), в яких може скупчуватися водень, з найбільш високих точок цих просторів має забезпечуватися вільний вихід водню вгору (наприклад, шляхом закладення труб).

9) Дренажними пристроями для зливання води і масла з корпусу машини.

Система дренажу має унеможливлювати перетікання гарячого газу у відсіки холодного газу.

10) Показчиком появи рідини в корпусі турбогенератора (синхронного компенсатора).

11) Джерелом і трубопроводами подачі стиснутого повітря з надмірним тиском, не меншим ніж 0,2 МПа; на лініях подачі повітря в машину має бути передбачено фільтр і осушувач повітря.

5.2.19 Генератори та синхронні компенсатори з водяним охолодженням обмоток має бути обладнано:

1) Трубопроводами, арматурою і апаратами системи водяного охолодження, виконаними з матеріалів, стійких до дії корозії.

2) Основним і резервним насосами дистилату.

3) Механічними, магнітними та іонітними фільтрами дистилату і пристроями для очищення дистилату від газових домішок. Дистилат не повинен мати домішок солей і газів.

4) Розширювальним баком із захистом дистилату від зовнішнього середовища.

5) Основним і резервним теплообмінниками для охолодження дистилату.

Як первинна охолоджувальна вода в теплообмінниках має застосовуватися: для гідрогенераторів і синхронних компенсаторів – технічна вода, для турбогенераторів – конденсат від конденсатних насосів турбіни і як резерв – технічна вода від циркуляційних насосів газоохолоджувачів генераторів.

6) Попереджувальною сигналізацією і захистом, який діє в разі відхилень від нормального режиму роботи системи водяного охолодження.

7) Контрольно-вимірювальними приладами і пристроями автоматики для контролю та керування системою водяного охолодження.

8) Пристроями виявлення витoku водню в тракт водяного охолодження обмоток статора.

9) Контрольними трубками з кранами, виведеними назовні з вищих точок зливного і напірного колекторів дистилляту для видалення повітря із системи водяного охолодження обмотки статора під час заповнення її дистиллятом.

5.2.20 У кожній системі трубопроводів, які підводять воду до газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів, треба установлювати фільтри, при цьому має передбачатися можливість їх очищення і промивання без порушення нормальної роботи генератора та синхронного компенсатора.

5.2.21 Кожна секція газоохолоджувачів і теплообмінників повинна мати засувки для вимкнення її від напірного і зливного колекторів та для розподілу води по окремих секціях.

На загальному трубопроводі, який відводить воду зі всіх секцій охолоджувачів кожного генератора, треба встановлювати електрифіковану регульовальну засувку (із сигналізацією положення клапана) для регулювання витрати води через усі секції охолоджувача. Для турбогенераторів штурвальний привід цієї засувки рекомендовано виводити на рівень підлоги машинного залу.

5.2.22 Кожна секція газоохолоджувачів і теплообмінників у найвищій точці повинна мати крани для випуску повітря.

5.2.23 У системі охолодження газу або повітря турбогенераторів і синхронних компенсаторів має передбачатися регулювання температури охолоджувальної води за допомогою рециркуляційних пристроїв.

5.2.24 У схемі подавання охолоджувальної води треба передбачати автоматичне увімкнення резервного насоса в разі вимкнення працюючого, а також під час зниження тиску охолоджувальної води. У синхронних компенсаторах має передбачатися резервне живлення від надійного постійно діючого джерела охолоджувальної води (система технічної води, баки тощо).

5.2.25 На живильних трубопроводах технічного водопостачання генераторів треба установлювати витратоміри. У турбогенераторах із замкнутим контуром газоохолоджувачів і теплообмінників треба передбачати витратоміри з сигнальним органом.

5.2.26 На площадці турбіни, з'єднаної з турбогенератором, який має водяне або водневе охолодження, треба установлювати: манометри, які показують тиск охолоджувальної води в напірному колекторі, тиск водню в корпусі турбогенератора, тиск вуглекислого газу (азоту) в газопроводі до генератора; пристрої сигналізації зниження тиску води в напірному колекторі; пост газового керування; щити керування газомасляним і водяним господарствами.

5.2.27 На місці встановлення насосів газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів треба установлювати манометри на напірному колекторі та насосах, на вході та виході води з фільтрів.

5.2.28 На напірних і зливних трубопроводах газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів має бути вбудовано гільзи для ртутних термометрів і термоперетворювачі опору.

5.2.29 Для синхронних компенсаторів, які встановлюють на відкритому повітрі, треба передбачати можливість зливання води з охолоджувальної системи під час зупину агрегату.

5.2.30 Газова система має задовольняти вимоги безпечної експлуатації водневого охолодження і проведення операцій щодо заміни охолоджувального сере-

довища в турбогенераторі та синхронному компенсаторі в нормальних і аварійних режимах.

5.2.31 Газову мережу треба виконувати із суцільнотягнутих труб із застосуванням газощільної арматури. Газопроводи повинні бути доступними для огляду і ремонту і мати захист від механічних пошкоджень.

5.2.32 Трубопроводи циркуляційних систем змащення і водневих ущільнень турбогенераторів і синхронних компенсаторів з водневим охолодженням треба виконувати із суцільнотягнутих труб.

5.2.33 У турбогенераторах потужністю 3 МВт і більше підшипники з боку, протилежного турбіні, підшипники збудника і водневі ущільнення мають бути електрично ізольованими від корпусу (фундаментних плит) та маслопроводів.

Конструкція ізольованого підшипника і водневих ущільнень має забезпечувати проведення періодичного контролю їх ізоляції під час роботи агрегату. У синхронному компенсаторі підшипники мають бути електрично ізольованими від корпусу компенсатора і маслопроводів. У синхронному компенсаторі з безпосередньо приєднаним збудником допускається ізолювати лише один підшипник (з боку, протилежного збуднику).

У гідрогенераторах підп'ятники і підшипники, розташовані над ротором, мають бути електрично ізольованими від корпусу.

5.2.34 На кожному маслопроводі електрично ізольованих підшипників турбогенераторів, синхронних компенсаторів і горизонтальних гідрогенераторів треба встановлювати послідовно два електрично ізольованих фланцевих з'єднання.

5.2.35 Підшипники турбогенераторів, синхронних компенсаторів та їх збудників, а також водневі ущільнення, масляні ванни підшипників і підп'ятників гідрогенераторів треба виконувати таким чином, щоб унеможлиблювалося розбризкування масла і потрапляння масла та його пари на обмотки, контактні кільця і колектори.

Зливні патрубки підшипників з циркуляційним маслом і водневих ущільнень повинні мати оглядові скельця для спостереження за струменем масла, яке виходить. Для освітлення оглядових скельць треба застосовувати світильники, приєднані до мережі аварійного освітлення.

5.2.36 Для турбогенераторів з безпосереднім водневим охолодженням обмоток має бути встановлено автоматичні газоаналізатори контролю наявності водню в картерах підшипників і закритих струмопроводах з дією на сигнал.

5.2.37 Змішані системи охолодження генераторів і синхронних компенсаторів мають відповідати вимогам 5.2.16–5.2.18.

СИСТЕМИ ЗБУДЖЕННЯ

5.2.38 Вимоги, наведені в 5.2.39–5.2.59, поширюються на стаціонарні установки систем збудження турбо- і гідрогенераторів та синхронних компенсаторів.

5.2.39 До системи збудження генератора (синхронного компенсатора) входять: збудник (трансформатор з напівпровідниковим перетворювачем або генератор змінного струму з перетворювачем, або генератор постійного струму), АРЗ і система керування збудженням, комутаційна апаратура, пристрої початкового збудження, вимірювальні прилади, пристрої гасіння поля, засоби захисту ротора від перенапруг і захисту устаткування системи збудження від пошкоджень.

5.2.40 Системи збудження мають відповідати вимогам ДСТУ 4265, а також вимогам ГОСТ 183, ГОСТ 533, ГОСТ 5616 та нормативних документів на системи збудження конкретних типів, які затверджено в установленому порядку.

5.2.41 Системи збудження, у яких значення експлуатаційної напруги або тривалої діючої перенапруги (наприклад, у разі форсування збудження) перевищує 1 кВ, треба виконувати відповідно до вимог цих Правил, які встановлено до електроустановок напругою понад 1 кВ. У разі визначення перенапруг для тиристорних і діодних систем збудження враховують і комутаційні перенапруги.

5.2.42 Системи збудження треба обладнувати пристроями керування, захисту, сигналізації та контрольно-вимірювальними приладами в обсягах, які забезпечують як ручний дистанційний, так і автоматичний пуск (у тому числі через АСУТП), роботу в усіх передбачених режимах, а також гасіння поля та зупин генератора і синхронного компенсатора.

5.2.43 Системи збудження (разом з АРЗ, які входять до їхнього складу) генераторів газотурбінних установок і гідрогенераторів-двигунів повинні забезпечувати, на вимогу замовника, необхідні режими регулювання збудження в режимах частотного пуску від тиристорних пускових пристроїв; також має бути забезпеченим необхідне регулювання збудження під час роботи оборотних агрегатів у режимі двигуна.

5.2.44 Випрямні установки систем збудження генераторів і синхронних компенсаторів треба обладнувати сигналізацією і захистом, які діють у разі підвищення температури вентилів або охолоджувального середовища понад допустиму, а також у разі зниження витрати охолоджувального середовища. Випрямні установки має бути забезпечено приладами для контролю випрямленого струму і випрямленої напруги. За наявності у випрямній установці декількох груп випрямлячів має бути встановлено прилади для контролю сили струму кожної групи.

5.2.45 Системи збудження має бути обладнано пристроями контролю ізоляції, які дають змогу здійснювати вимірювання опору ізоляції в процесі роботи, а також сигналізувати про його зниження нижче від норми. Допускається не виконувати таку сигналізацію для безщіткових систем збудження, збудники яких не обладнано щітково-контактними агрегатами з вимірювальними кільцями напруги ротора генератора.

5.2.46 Кола систем збудження, пов'язані з анодами і катодами випрямних установок, треба виконувати з рівнем ізоляції, який відповідає випробувальній напрузі анодних і катодних кіл.

Зв'язки анодних кіл випрямлячів, катодних кіл окремих груп, а також інших кіл за наявності пульсуючих чи змінних струмів, які не компенсуються, треба виконувати кабелем без металевих оболонок. Кабельні лінії або шинопроводи живлення цих перетворювачів не треба прокладати через замкнуті металеві конструкції; конструкції для кріплення шин і кабелів треба виконувати з немагнітних матеріалів.

У колах живлення перетворювачів жили в паралельних трифазних кабелях треба підключати до різних фаз.

5.2.47 Зв'язки обмотки збудження генератора (синхронного компенсатора) з пристроями АРЗ і колами вимірювання і захисту напруги ротора треба виконувати окремими кабелями з підвищеним рівнем ізоляції без заходу через звичайні ряди затискачів. Приєднувати блоки АРЗ до обмотки збудження потрібно через рубиль-

ник з механічним або електричним блокуванням, а кола вимірювання напруги ротора – через запобіжники.

5.2.48 У разі застосування пристроїв гасіння поля з розривом кола ротора, а також у разі використання статичних збудників з перетворювачами обмотку ротора має бути захищено розрядником багаторазової дії. Розрядник треба підключати паралельно ротору через активний опір, розрахований на тривалу роботу в разі пробою розрядника в режимі з напругою збудження, яка дорівнює 110 % від номінальної.

Зазначені розрядники повинні мати сигналізацію спрацювання.

5.2.49 Системи збудження генераторів і синхронних компенсаторів треба виконувати таким чином, щоб:

- вимкнення будь-якого з комутаційних апаратів у колах АРЗ і керування збудником не призводило до хибних форсувань у процесі пуску, зупину і роботи генератора на неробочому ході;

- зникнення напруги оперативного струму в колах АРЗ і керування збудником не призводило до порушення роботи генератора або синхронного компенсатора;

- була можливість виконувати ремонтні та інші роботи на випрямлячах та їх допоміжних пристроях під час роботи турбогенератора на резервному збуднику. Ця вимога не стосується безщіткових систем збудження. У тиристорних системах збудження із стовідсотковим резервуванням має бути передбачено можливість виконувати ревізію або ремонт на виведеному перетворювально-регульовальному каналі без відключення генератора від мережі;

- основні функціональні вузли керування і захисту систем збудження, виконані з використанням мікропроцесорної або мікроелектронної техніки, мали, крім основного живлення, також і резервне живлення постійним струмом;

- унеможлилювалося пошкодження системи збудження в разі короткого замикання в колах ротора і на його контактних кільцях за допомогою швидкодійних захистів. Також допускається для захисту статичних перетворювачів застосовувати автоматичні вимикачі і запобіжники.

5.2.50 Тиристорні системи збудження мають передбачати можливість гасіння поля генераторів і синхронних компенсаторів переведенням перетворювача в інверторний режим.

У системах збудження зі статичними перетворювачами, виконаними за схемою самозбудження, а також у системах збудження з електромашинними збудниками треба застосовувати пристрій АГП.

5.2.51 Усі системи збудження (основні й резервні) повинні мати пристрої, які під час подавання імпульсу на гасіння поля забезпечують повне розбудження (гасіння поля) синхронного генератора або компенсатора незалежно від спрацювання АГП.

5.2.52 Система водяного охолодження збудника має забезпечувати можливість повного спуску води із системи, випуску повітря в разі заповнення системи водою, періодичного очищення теплообмінників.

Закривання і відкривання засувки системи охолодження на одному зі збудників не має призводити до зміни режиму охолодження на іншому збуднику.

5.2.53 Підлогу приміщень випрямних установок з водяною системою охолодження треба виконувати такою, щоб у разі витікання води унеможлилювалося

потрапляння її на струмопроводи, КРУ та інше електроустаткування, розташоване нижче від системи охолодження.

5.2.54 Електромашинні збудники постійного струму (основні під час роботи без АРЗ і резервні) повинні мати релейне форсування збудження.

5.2.55 Турбогенератори повинні мати резервне збудження, схема якого має забезпечувати перемикання з робочого збудження на резервне і назад без вимкнення генераторів від мережі. Ця вимога не стосується безщіткових систем збудження. Для турбогенераторів потужністю 12 МВт і менше необхідність резервного збудження встановлює головний інженер енергосистеми.

На гідроелектростанціях резервні збудники не встановлюють.

5.2.56 На турбогенераторах з безпосереднім охолодженням обмотки ротора перемикання з робочого збудження на резервне і назад треба виконувати дистанційно.

5.2.57 Система збудження гідрогенератора має забезпечувати можливість його початкового збудження за відсутності змінного струму в системі власних потреб гідроелектростанції.

5.2.58 На вимогу замовника систему збудження має бути розраховано на автоматичне керування в разі зупину в резерв синхронних генераторів і компенсаторів і пуску тих, які перебувають у резерві.

5.2.59 Усі системи збудження на час виходу з ладу АРЗ повинні мати резервне АРЗ або засоби, які забезпечують нормальне збудження, роззбудження і гасіння поля синхронної машини.

РОЗМІЩЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ГЕНЕРАТОРІВ, СИНХРОННИХ КОМПЕНСАТОРІВ І ЇХ ДОПОМІЖНОГО УСТАТКУВАННЯ

5.2.60 Відстані від генераторів і синхронних компенсаторів до стін будівель, а також відстані між ними треба визначати за технологічними умовами, проте вони мають бути не меншими від наведених у 5.1.11–5.1.13 цих Правил.

Розміри машинного залу треба обирати з урахуванням:

1) можливості монтажу і демонтажу агрегатів без зупину інших працюючих агрегатів;

2) застосування кранів зі спеціальними, переважно жорсткими захоплювальними пристроями, які дають змогу повністю використовувати хід крана;

3) відмови від піднімання і опускання краном окремих довгих, але відносно легких деталей агрегату (штанги, тяга) з їх монтажем спеціальними піднімальними пристроями;

4) можливості розміщення вузлів і деталей під час монтажу і ремонту агрегату.

5.2.61 Фундамент і конструкцію генераторів і синхронних компенсаторів має бути виконано таким чином, щоб під час роботи устаткування вібрація устаткування, фундаменту і будівлі не перевищувала значень, установлених нормами.

5.2.62 Панелі управління, захисту, автоматики, збудження, маслопостачання і охолодження генератора і синхронного компенсатора, як правило, розміщують в закритих приміщеннях недалеко від нього, але поза фундаментами генератора або синхронного компенсатора.

Панелі і шафи системи збудження, включаючи силові панелі, шафи тиристорних перетворювачів, АРЗ і систем керування, як правило, розміщують в безпосередній близькості один від одного (рекомендовано в один ряд). Допускається встановлювати теплообмінники в іншому приміщенні, при цьому панель керування теплообмінником треба встановлювати поряд з ним.

Окремо допускається також встановлювати джерела живлення системи збудження і опори самосинхронізації (опори для закорочування обмотки ротора).

5.2.63 Турбогенератори і синхронні компенсатори з повітряним охолодженням і гідрогенератори повинні мати пристрої для гасіння пожежі водою. Можна також застосовувати інші пристрої.

На гідрогенераторах автоматизованих гідростанцій, а також на синхронних компенсаторах з повітряним охолодженням, установлених на підстанціях без постійного чергування персоналу, пожежогасіння треба виконувати автоматично. Вводити в дію запірні пристрої впускання води в машину потрібно або безпосередньо від диференціального захисту, або в разі одночасного спрацювання диференціального захисту і спеціальних датчиків пожежогасіння.

Підводити воду треба таким чином, щоб повністю унеможливити просочування води до генератора і синхронного компенсатора в експлуатаційних умовах.

5.2.64 Система пожежогасіння гідрогенераторів має передбачати відведення використаної води в дренажну систему.

Поблизу гідрогенераторів допускається встановлювати повітрозбірники стиснутого повітря.

5.2.65 Для гасіння пожежі в турбогенераторах і синхронних компенсаторах з непрямым водневим охолодженням під час роботи машини на повітрі (період налагодження) треба передбачати можливість використання вуглекислотної (азотної) установки згідно з вимогами **5.2.18**, перелік 2).

5.2.66 Балони з вуглекислим газом (азотом), які встановлюють у центральній вуглекислотній (азотній) установці, треба зберігати в умовах, визначених правилами Держгірпромнагляду України.

ЗАХИСТ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

5.2.67 Генератори і синхронні компенсатори потужністю понад 50 МВт ($50 \text{ МВ} \cdot \text{А}$) має бути приєднано до повітряних ліній через трансформатори.

Блочні трансформатори генераторів мають бути захищеними з боку вищої напруги за допомогою обмежувачів перенапруг нелінійних (ОПН), які треба вибирати відповідно до вимог СОУ-Н ЕЕ 40.12-00100227-47.

5.2.68 Генератори і синхронні компенсатори потужністю до 50 МВт ($50 \text{ МВ} \cdot \text{А}$) дозволено безпосередньо приєднувати до повітряних ліній (ПЛ) на залізобетонних і металевих опорах або до відповідних розподільних установок (РУ).

Генератори і синхронні компенсатори потужністю до 25 МВт ($25 \text{ МВ} \cdot \text{А}$) дозволено безпосередньо приєднувати до ПЛ на дерев'яних опорах або до відповідних РУ.

5.2.69 Захист підходів ПЛ до РУ електростанцій, ПС і струмопроводів до генераторів (синхронних компенсаторів) треба виконувати з рівнем грозостійкості, не меншим ніж 50 кА.

¹ Згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2015 р. № 1021-р функції й повноваження Держгірпромнагляду припинено і передано їх Державній службі України з питань праці (Держпраці) – *Прим. ред.*

5.2.70 Для захисту приєднаних до загальних шин повітряними лініями (струмопроводами) генераторів і синхронних компенсаторів треба застосовувати розрядники I групи або ОПН з відповідними залишковими напругами грозових імпульсів струму та захисні конденсатори C_0 ємністю, не меншою ніж 0,5 мкФ на фазу. Захисні апарати треба встановлювати для захисту:

- генераторів (синхронних компенсаторів) потужністю понад 15 МВт ($15 \text{ МВ} \cdot \text{А}$) – на приєднанні кожного генератора (синхронного компенсатора);
- генераторів (синхронних компенсаторів) потужністю до 15 МВт ($15 \text{ МВ} \cdot \text{А}$) – на шинах (секціях шин) генераторної напруги.

Для захисту генераторів (синхронних компенсаторів, реакторів) і місць переходу на приєднаних до них ПЛ і КЛ застосовують ОПН, які вибирають відповідно до СОУ-Н МЕНВ 40.1-21677681-67.

У разі захисту генератора (синхронного компенсатора) з виведеною назовні нейтраллю, яка не має виткової ізоляції (машини із стрижневою обмоткою) потужністю понад 25 МВт ($25 \text{ МВ} \cdot \text{А}$) замість захисних конденсаторів ємністю 0,5 мкФ на фазу можна застосовувати ОПН у нейтралі генератора (синхронного компенсатора) на номінальну напругу обертової машини.

Захисні конденсатори дозволено не встановлювати, якщо сумарна ємність приєднаних до генераторів (синхронних компенсаторів) ділянок кабелів довжиною до 100 м становить 0,5 мкФ і більше на фазу.

5.2.71 Якщо генератор (синхронний компенсатор) і ПЛ приєднано до загальних шин РУ електростанції або підстанції (ПС), то підходи цих ПЛ мають бути захищеними від грозових перенапруг з виконанням таких вимог:

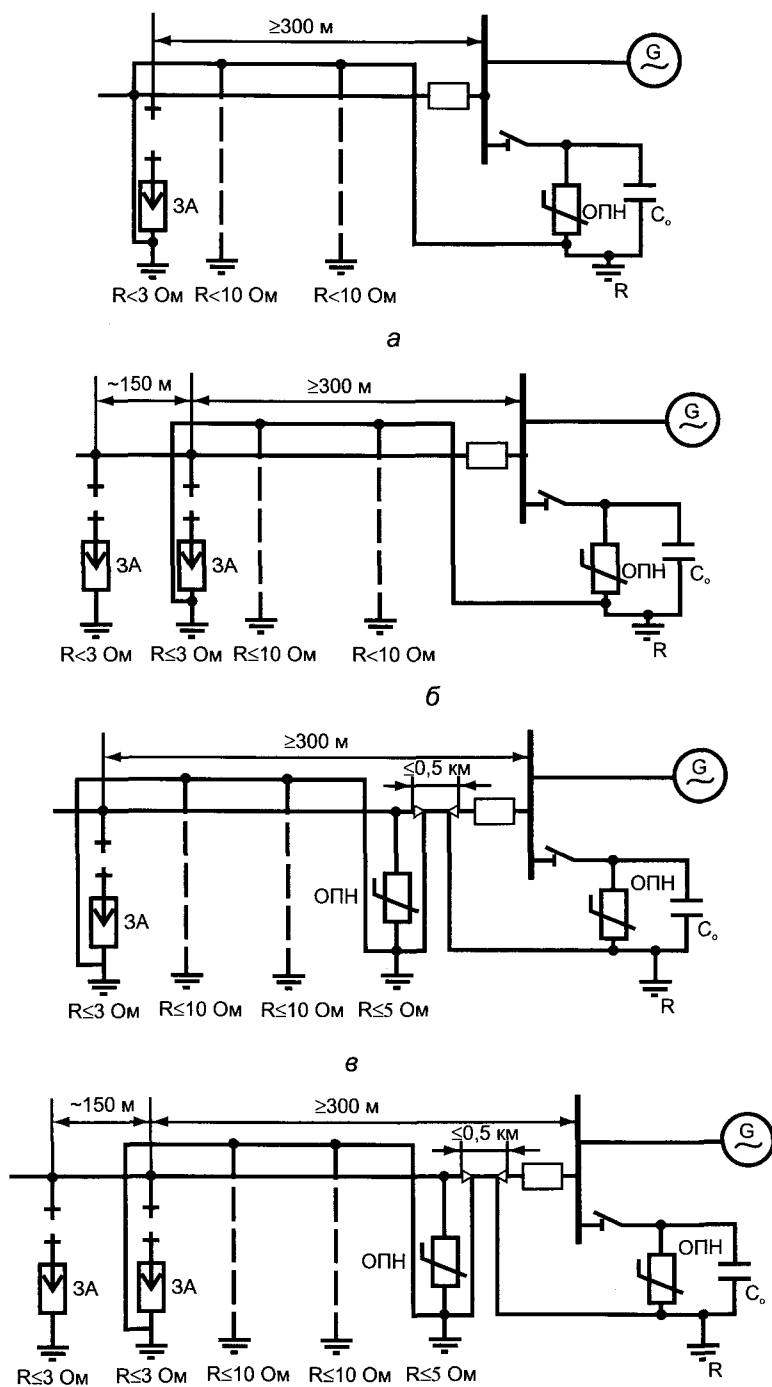
а) підхід ПЛ з металевими або залізобетонними опорами має бути захищеним грозозахисним тросом на довжині, не меншій ніж 300 м, а на початку тросової ділянки треба встановлювати комплект захисних апаратів (ЗА) – розрядники або ОПН (рис. 5.2.1, а). Опір заземлення ЗА не має перевищувати 3 Ом, а опір заземлення опор на тросовій ділянці ПЛ – 10 Ом.

На підходах ПЛ з дерев'яними опорами додатково треба встановлювати комплект ЗА (рис. 5.2.1, б) на відстані близько 150 м від початку тросової ділянки у бік лінії. Опір заземлення цих ЗА має бути не більше ніж 3 Ом;

б) на ПЛ, приєднаних до електростанцій і ПС кабельними вставками довжиною до 0,5 км, захист підходу треба виконувати так само, як і на ПЛ без кабельних вставок, і додатково встановлювати комплект ОПН (рис. 5.2.1, в, г) у місці приєднання ПЛ до кабелю. Заземлюваний вивід ОПН найкоротшим шляхом треба приєднувати до броні, металевої оболонки кабелю і заземлювача з опором заземлення, не більшим ніж 5 Ом;

в) якщо підхід ПЛ на довжині, не меншій ніж 300 м, захищено від прямих ударів блискавки високими будинками, спорудами, деревами тощо, то підвішувати грозозахисний трос на ПЛ не потрібно. За таких умов на початку захисної ділянки треба встановлювати комплект ЗА (рис. 5.2.1, д). Опір заземлення ЗА повинен бути не більше ніж 3 Ом;

г) за наявності струмообмежувального реактора на приєднанні ПЛ її підхід на довжині 100–150 м треба захищати від прямих ударів блискавки грозозахисним тросом (рис. 5.2.1, е). На початку тросової ділянки ПЛ і біля реактора потрібно встановлювати комплекти ЗА. Опір заземлювача ЗА, встановленого на початку тросової ділянки з боку ПЛ, повинен бути не більше ніж 3 Ом;



2

Рисунок 5.2.1, аркуш 1

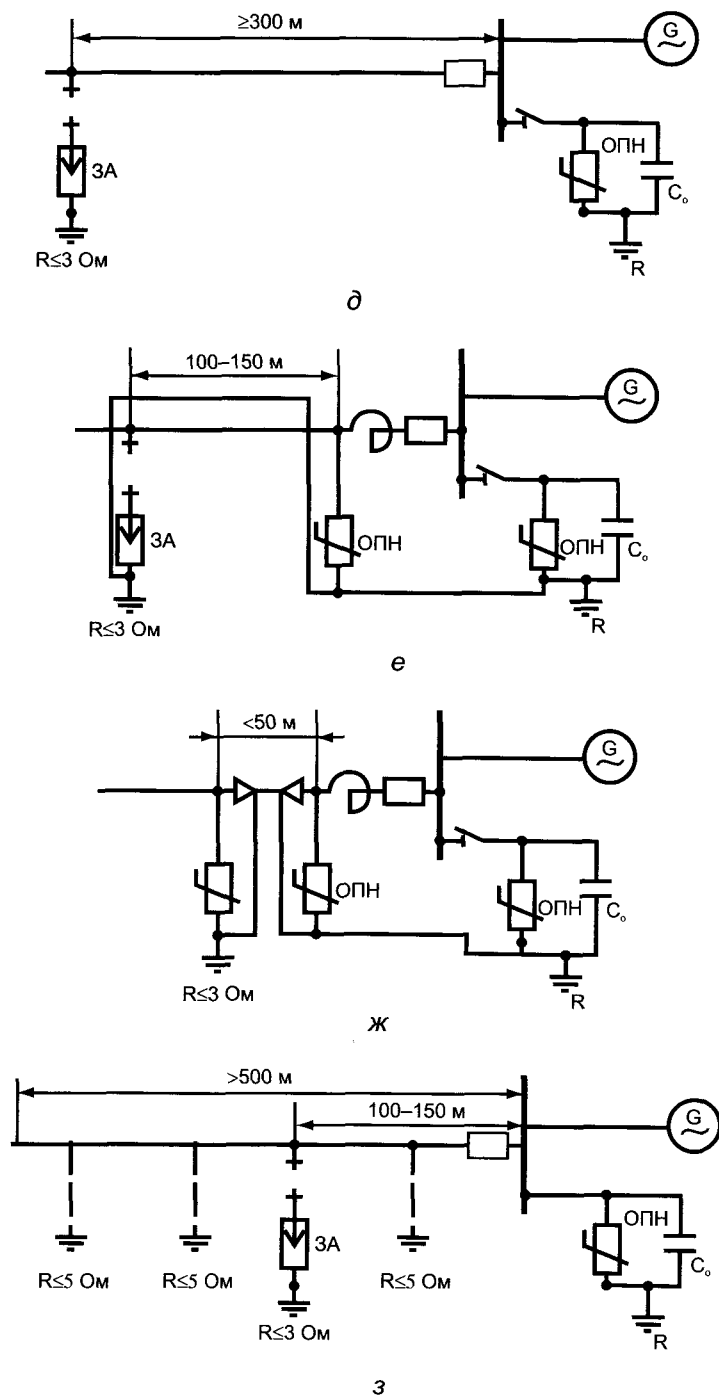


Рисунок 5.2.1, аркуш 2

д) у разі приєднання ПЛ до шин РУ з генераторами (синхронними компенсаторами) через струмообмежувальний реактор і кабельну вставку довжиною понад 50 м захист підходу ПЛ від прямих ударів блискавки грозозахисним тросом не потрібен. У місці приєднання ПЛ до кабелю і перед реактором потрібно встановлювати комплекти ОПН (рис. 5.2.1, ж) з опором заземлення, не більшим ніж 3 Ом;

е) на ПЛ, приєднаних до РУ з генераторами (синхронними компенсаторами) потужністю до 3 МВт ($3 \text{ МВ} \cdot \text{А}$), підходи яких на довжині, не меншій ніж 0,5 км, виконано на металевих або залізобетонних опорах з опором заземлення, не більшим ніж 5 Ом, треба встановлювати комплект ЗА (рис. 5.2.1, з) на відстані 100–150 м від ПС (електростанції). Опір заземлювача ЗА має бути не більше ніж 3 Ом, а захищати ПЛ грозозахисним тросом не потрібно.

5.2.72 У разі застосування відкритого струмопроводу для приєднання генератора (синхронного компенсатора) до трансформатора струмопровід має бути розташовано в зонах захисту блискавковідводів і споруд ПС (електростанції). Місця приєднання блискавковідводів до заземлювального пристрою ПС (електростанції) має бути віддалено від місць приєднання до нього заземлюваних елементів струмопроводу, рахуючи по магістралях заземлення, на відстань, не меншу ніж 20 м.

Якщо відкритий струмопровід прокладено поза зонами захисту блискавковідводів ВРУ, він має бути захищеним від прямих ударів блискавки стрижневими блискавковідводами, які стоять окремо, або тросами, підвішеними на опорах, які стоять окремо, із захисним кутом, не більшим ніж 20° . Заземлення стрижневих блискавковідводів, які стоять окремо, і тросових опор треба виконувати окремими заземлювачами, які не мають з'єднань із заземлюваними частинами струмопроводів, або шляхом приєднання до заземлювального пристрою ВРУ в точках, віддалених від місць приєднання до нього заземлюваних елементів струмопроводу, рахуючи по магістралях заземлення, на відстань, не меншу ніж 20 м (див. також 4.2.165 цих Правил).

Відстань від стрижневих блискавковідводів (тросових опор), які стоять окремо, до струмовідних або заземлених елементів струмопроводу в просвіті має бути не меншою ніж 5 м. Відстань у землі від окремого заземлювача або підземної частини блискавковідводу до заземлювача або підземної частини струмопроводу повинна бути не менше ніж 5 м.

5.2.73 У разі приєднання відкритого струмопроводу до РУ генераторної напруги через струмообмежувальний реактор перед реактором потрібно встановлювати комплект РВ IV групи або відповідних ОПН.

5.2.74 Для захисту генераторів від хвиль грозових перенапруг, які набігають струмопроводом, та індукованих перенапруг потрібно встановлювати комплект РВ I групи (або ОПН) і захисні конденсатори, ємності яких (на три фази) мають бути не менше ніж:

- за напруги 6 кВ – 0,8 мкФ;
- за напруги 10 кВ – 0,5 мкФ;
- за напруги 13,8–20 кВ – 0,4 мкФ.

Захисні конденсатори можна не встановлювати, якщо сумарна електрична ємність генератора і кабельної мережі на шинах генераторної напруги є не меншою від наведених значень (під час визначення ємності кабельної мережі враховують ділянки кабелів на довжині до 750 м).

Якщо РУ ПС приєднано відкритим струмопроводом до РУ генераторної напруги теплоелектростанції з генераторами потужністю до 120 МВт, то захист струмопроводу від прямих ударів блискавки треба виконувати відповідно до 5.2.72.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 8 грудня 2015 р. № 795

ГЛАВА 5.3 ЕЛЕКТРОДВИГУНИ ТА ЇХ АПАРАТИ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

5.3.1 Ця глава Правил поширюється на електродвигуни та їх апарати керування і захисту в стаціонарних установках виробничих та інших приміщень різного призначення. На ці установки поширюються також вимоги, наведені в главі 5.1 цих Правил, і відповідні вимоги інших глав тією мірою, якою їх не змінено згідно з цією главою.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

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

ДСТУ 2848-94 Апарати електричні комутаційні. Основні поняття. Терміни та визначення

ДСТУ 3025-95 (ГОСТ 9098-93) Вимикачі автоматичні низьковольтні. Загальні технічні умови

СОУ-Н МЕВ 40.1-21677681-67:2012 Обмежувачі перенапруг нелінійні напругою 6–35 кВ. Настанова щодо вибору та застосування у розподільчих установках

EN 61800-3:2004 Adjustable speed electrical power drive systems. – Part 3: EMC requirements and specific test methods (Системи силового електроприводу з регульованою швидкістю. Частина 3. Вимоги до електромагнітної сумісності та спеціальні методи випробування).

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

5.3.3 У цій главі Правил використано терміни, установлені в ДСТУ 2848: *автоматичний вимикач, вимикач, запобіжник, струмообмежувальний автоматичний вимикач, уставка*; у ДСТУ 3025: *одноразова гранична комутаційна здатність*.

Нижче подано терміни, додатково використані в цій главі, і визначення позначених ними понять:

апарат захисту

Апарат, який автоматично вимикає захищуване електричне коло за ненормальних режимів

плавка вставка

Струмівідна частина запобіжника, яка руйнується під дією струму, який перевищує певне значення протягом визначеного часу

надструм

Струм, значення якого перевищує найбільше робоче (розрахункове) значення струму електричного кола.

ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

5.3.4 У цій главі Правил використано такі скорочення:

АВР – автоматичне вмикання резерву;

АГП – автоматичне гасіння поля;

АПВ – автоматичне повторне вмикання;

АРЗ – автоматичне регулювання збудження;

ЗПЕ – зшитий поліетилен;

ЗРУ – закрыта розподільна установка;

КЗ – коротке замикання;

ОПН – обмежувач перенапруг нелінійний;

ПЛ – повітряна лінія;

РУ – розподільна установка.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.3.5 Заходи щодо забезпечення надійності живлення треба вибирати відповідно до вимог глави 1.2 цих Правил залежно від категорії відповідальності електроприймачів. Ці заходи можна застосовувати не до окремих електродвигунів, а до трансформаторів, які їх живлять, і перетворювальних підстанцій, розподільних пристроїв та пунктів.

Резервувати лінію, яка безпосередньо живить електродвигун, не потрібно незалежно від категорії надійності електропостачання.

5.3.6 Якщо необхідно забезпечити безперервність технологічного процесу в разі виходу з ладу електродвигуна, його комутаційної апаратури або лінії, яка безпосередньо живить електродвигун, то резервування треба здійснювати шляхом установлення резервного технологічного агрегату або іншими способами.

5.3.7 Електродвигуни та їх апарати керування і захисту треба вибирати і встановлювати таким чином і в необхідних випадках забезпечувати такою системою охолодження, щоб температура їх під час роботи не перевищувала допустимої (див. також 5.3.23).

5.3.8 Електродвигуни та їх апарати керування і захисту треба встановлювати таким чином, щоб вони були доступними для огляду і заміни, а також за можливості – для ремонту на місці встановлення. Якщо електроустановка містить електродвигуни або апарати масою 100 кг і більше, то треба передбачати пристрої для їх такелажу.

5.3.9 Частини електродвигунів і обертові частини, які з'єднують електродвигуни з механізмами (муфти, шків), повинні мати захисні огороження від випадкових дотиків.

5.3.10 Електродвигуни та їх апарати керування і захисту треба заземлювати відповідно до вимог глави 1.7 цих Правил.

5.3.11 Виконання електродвигунів та їх апаратів керування і захисту має відповідати умовам використання.

ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

5.3.12 Електричні та механічні параметри електродвигунів (номінальні потужність, напруга, частота обертання, відносна тривалість робочого періоду, пусковий, мінімальний, максимальний моменти, межі регулювання частоти обертання тощо) мають відповідати параметрам механізмів, які приводяться ними в дію, у всіх режимах їх роботи в цій установці.

5.3.13 Для механізмів, збереження яких у роботі після короткочасних перерв живлення або зниження напруги, зумовлених вимкненням КЗ, дією АПВ або АВР, необхідне за технологічними умовами і допустиме за умовами безпеки, має бути забезпечено самозапуск їх електродвигунів. Для успішного самозапуску необхідно забезпечувати відключення менш відповідальних асинхронних електродвигунів і, в обов'язковому порядку, – відключення синхронних двигунів до того моменту, поки відповідальні механізми не вийдуть на свій номінальний режим.

Застосовувати для механізмів із самозапуском електродвигуни і трансформатори більшої потужності, ніж це необхідно для їх нормальної тривалої роботи, як правило, не потрібно.

5.3.14 Для приводу механізмів, які не потребують регулювання частоти обертання, незалежно від їх потужності рекомендовано застосовувати синхронні двигуни або асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором. Тип двигуна вибирають залежно від умов роботи і його необхідних характеристик.

Для приводу механізмів у важких умовах пуску чи роботи або механізмів, які вимагають зміни частоти обертання, треба застосовувати електродвигуни з якомога простішими і енергоефективними методами пуску або регулювання частоти обертання, можливими в цій установці.

5.3.15 Синхронні електродвигуни, як правило, повинні мати пристрої форсування збудження або компаундування.

5.3.16 Синхронні електродвигуни в разі, якщо вони за своєю потужністю можуть забезпечити регулювання напруги або режиму реактивної потужності в даному вузлі навантаження, повинні мати АРЗ згідно з вимогами глави 3.3 цих Правил.

5.3.17 Електродвигуни постійного струму застосовують у тих механізмах, де потрібні плавне регулювання частоти обертання і високий момент у всьому діапазоні частоти обертання, а також як резервні приводи, які працюють від акумуляторних батарей.

5.3.18 Електродвигуни, які встановлюють у приміщеннях з нормальним середовищем, як правило, повинні мати виконання IP00 або IP20.

5.3.19 Електродвигуни, які встановлюють просто неба, повинні мати виконання не гірше ніж IP44 або спеціальне, відповідно до умов їх роботи (наприклад, для відкритих хімічних установок, для особливо низьких температур тощо).

5.3.20 Електродвигуни, які встановлюють у приміщеннях, де можливе осідання на їх обмотках пилу та інших речовин, які порушують природне охолодження, повинні мати виконання не гірше ніж IP44 або продувне з підведен-

ням чистого повітря. Корпус продувного електродвигуна, повітроводи і всі з'єднання та стики мають бути ущільненими для запобігання присосу повітря в систему вентиляції.

Для продувних електродвигунів, як правило, передбачають засувки для запобігання присосу повітря під час зупину електродвигуна. Підігрівати зовнішнє (холодне) повітря не потрібно.

5.3.21 Електродвигуни, які встановлюють у вологих або особливо вологих місцях, повинні мати виконання не гірше ніж IP43 та ізоляцію, розраховану на дію вологи і пилу.

5.3.22 Електродвигуни, які встановлюють у місцях з хімічно активними парами або газами, повинні мати виконання не гірше ніж IP44 або бути продувними з підведенням чистого повітря за дотримання вимог, наведених у **5.3.20**. Допускається також застосовувати електродвигуни з виконанням не гіршим ніж IP33, але з хімічно стійкою ізоляцією та із закриванням відкритих неізольованих струмовідних частин ковпаками або іншим способом.

5.3.23 Для електродвигунів, які встановлюють у приміщеннях із температурою повітря понад плюс 40 °С, потрібно виконувати заходи, які унеможливають їх неприпустиме нагрівання (наприклад, примусова вентиляція з підведенням охолоджуючого повітря, зовнішнє обдування тощо).

5.3.24 У разі замкненої примусової системи вентиляції електродвигунів слід передбачати прилади контролю температури повітря й охолоджуючої води.

5.3.25 Інформація від датчиків температури, закладених в електродвигуни, має передаватися до АСУТП або, за її відсутності, – до щита (панелі) управління технологічним процесом або апарата керування і захисту.

УСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

5.3.26 Електродвигуни має бути вибрано і встановлено таким чином, щоб унеможличувати потрапляння на їх обмотки і струмовідні частини води, масла, емульсії тощо, а вібрації устаткування, фундаментів і частин будівлі не перевищували допустимих значень.

5.3.27 Шум, створюваний електродвигуном спільно з механізмом, який приводиться ним, не має перевищувати рівня, допустимого санітарними нормами.

5.3.28 Проходи для обслуговування між фундаментами або корпусами електродвигунів, між електродвигунами і частинами будівлі або устаткування мають бути не меншими від зазначених у главі 5.1 цих Правил.

5.3.29 Електродвигуни і апарати, за винятком тих, які мають ступінь захисту не меншу ніж IP44, резистори і реостати всіх виконань має бути встановлено на відстані, не меншій ніж 1 м від конструкцій будівель, виконаних із горючих матеріалів.

5.3.30 Синхронні електричні машини потужністю 1 МВт і більше і машини постійного струму потужністю 1 МВт і більше повинні мати електричну ізоляцію одного з підшипників від фундаментної плити для запобігання утворенню замкненого кола струму через вал і підшипники машини. При цьому в синхронних машинах із збуджувачами має бути ізольовано підшипники з боку збуджувача і підшипники збуджувача. Маслопроводи цих електричних машин має бути ізолю-

вано від корпусів їх підшипників. Опір ізоляції повинен відповідати **1.8.57–1.8.59, 1.8.66–1.8.68** цих Правил.

5.3.31 Електродвигуни напругою понад 1 кВ дозволено встановлювати безпосередньо у виробничих приміщеннях, дотримуючись таких умов:

- електродвигуни, які мають виводи під статором або потребують спеціальних пристроїв для охолодження, слід встановлювати на фундаменті з камерою (фундаментною ямою);
- фундаментна яма електродвигуна має задовольняти вимоги, установлені до камер закритих розподільних установок (ЗРУ) напругою, вищою ніж 1 кВ (див. главу 4.2 цих Правил);
- розміри фундаментної ями мають бути не меншими від допустимих для напівпрохідних кабельних тунелів, унормованих главою 2.3 цих Правил.

5.3.32 Кабелі і проводи, які приєднують до електродвигунів, установлених на віброізолювальних основах, на ділянці між рухомою і нерухомою частинами основи повинні мати гнучкі мідні жили.

АПАРАТИ КЕРУВАННЯ

5.3.33 Для групи електродвигунів приводу однієї машини або ряду машин, які здійснюють єдиний технологічний процес, треба, як правило, застосовувати загальний апарат або комплект комутаційних апаратів, якщо це виправдовується вимогами зручності або безпеки експлуатації. У решті випадків кожен електродвигун повинен мати окремі апарати керування.

Апарати керування в колах електродвигунів мають вимикати від мережі одночасно всі провідники, які перебувають під напругою.

5.3.34 За наявності дистанційного або автоматичного керування електродвигуном будь-якого механізму поблизу останнього має бути встановлено апарат аварійного вимкнення, який унеможливило дистанційний або автоматичний пуск електродвигуна до примусового повернення цього апарата в початкове положення.

Не потрібно встановлювати апарати аварійного вимкнення біля механізмів:

- розташованих у межах видимості з місця керування;
- доступних лише виробничому (електротехнічному) персоналу (наприклад, вентилятори, установлені на дахах, вентилятори і насоси, установлені в окремих приміщеннях тощо);
- конструкційне виконання яких унеможливило випадковий дотик до рухомих обертових частин (біля таких механізмів треба передбачати вивішування плакатів, які попереджують про можливість дистанційного або автоматичного пуску);
- які мають апарат місцевого керування з фіксацією команди на вимкнення (у таких випадках дозволено використовувати апарати аварійного вимкнення без функції примусового повернення в початковий стан).

Доцільність установлення апаратів місцевого керування (пуск, зупин) поблизу дистанційно або автоматично керованих механізмів потрібно визначати під час проектування залежно від вимог технології, техніки безпеки та організації керування цією установкою.

5.3.35 Кола керування електродвигунами допускається жити як від головних кіл, так і від інших джерел електроенергії, якщо це викликано технічною необхідністю.

Щоб уникнути непередбачених пусків електродвигуна в разі відновлення напруги в головних колах, треба улаштувати блокуючий зв'язок, який забезпечує автоматичне вимкнення головного кола в усіх випадках зникнення напруги в ньому, якщо не передбачається самозапуск електродвигуна.

5.3.36 На корпусах апаратів керування і роз'єднувальних апаратах має бути нанесено чіткі знаки, які дають змогу легко розпізнавати увімкнене і вимкнене положення рукоятки керування апаратом. У випадках, коли оператор не може визначити за станом апарата керування, чи ввімкнено або вимкнено головне коло електродвигуна, потрібно передбачати світлову сигналізацію.

5.3.37 Апарати керування мають без пошкоджень і ненормального зношування комутувати найбільші струми нормальних режимів роботи керованого ними електродвигуна (пусковий, гальмівний, реверсу, робочий). Якщо реверси і гальмування не мають місця в нормальному режимі, але є можливими за неправильних операцій, то апарати керування в головному колі мають забезпечувати комутацію під час операцій без руйнування.

Апарати керування мають бути стійкими до розрахункових струмів КЗ (див. главу 1.4 цих Правил).

Апарати керування за своїми електричними і механічними параметрами мають відповідати характеристикам привідного механізму в усіх режимах його роботи в цій установці.

5.3.38 Використовувати устромлювальні контактні з'єднувачі для керування переносними електродвигунами допускається лише за потужності електродвигуна, не більшої ніж 1 кВт.

Устромлювальні контактні з'єднувачі, які служать для приєднання пересувних електродвигунів потужністю понад 1 кВт, повинні мати блокування, за якого вимкнення й увімкнення з'єднання є можливими лише за вимкненого положення пускового апарата в головному (силовому) колі електродвигуна.

5.3.39 Увімкнення обмоток електромагнітних пускачів, контакторів і автоматичних вимикачів у мережі напругою до 1 кВ із глухозаземленою нейтраллю можна виконувати на міжфазну або фазну напругу.

У разі увімкнення обмоток зазначених вище апаратів на фазну напругу треба передбачати одночасне вимкнення всіх трьох фаз відгалуження до електродвигуна автоматичним вимикачем, а в разі захисту запобіжниками – спеціальними пристроями, які діють на вимкнення пускача або контактора в разі перегорання плавких вставок запобіжників у одній або будь-яких двох фазах.

Під час увімкнення обмотки на фазну напругу її нейтральний вивід має бути надійно приєднано до нейтрального робочого провідника живильної лінії або окремого ізольованого провідника, приєданого до нейтральної точки мережі.

5.3.40 Апарати керування електродвигунів, які живляться за схемою блока трансформатор – електродвигун, треба, як правило, встановлювати на ввіді від мережі, що живить блок, без установаження їх на ввіді до електродвигуна.

5.3.41 За наявності дистанційного або автоматичного керування механізмами має бути передбачено попереджувальну (перед пуском) сигналізацію або звукове оповіщення про майбутній пуск. Таку сигналізацію і таке оповіщення не потрібно виконувати біля механізмів, поблизу яких установаження апарата аварійного вимкнення не передбачено (див. 5.3.34).

5.3.42 Проводи і кабелі, які з'єднують пускові реостати з фазними роторами асинхронних електродвигунів, треба вибирати за тривало допустимим струмом для таких умов:

- робота із замиканням кілець електродвигуна накоротко: у разі пускового статичного моменту механізму, який не перевищує 50 % від номінального моменту електродвигуна (легкий пуск), – 35 % від номінального струму ротора, у решті випадків – 50 % від номінального струму ротора;

- робота без замикання кілець електродвигуна накоротко – 100 % номінального струму ротора.

5.3.43 Пуск асинхронних електродвигунів із короткозамкненим ротором і синхронних електродвигунів виконують, як правило, безпосереднім увімкненням у мережу (прямий пуск). У разі неможливості прямого пуску пуск виконують переключенням Y/Δ , через реактор, трансформатор, автотрансформатор чи пристрій плавного пуску. В обґрунтованих випадках допускається виконувати пуск з підвищенням частоти струму з нуля.

5.3.44 Електродвигуни, які працюють у складі електроприводів з частотним регулюванням у промислових електромережах напругою понад 1000 В і струмом понад 400 А (категорія С4 за стандартом EN 61800-3), має бути оснащено фільтрами приглушування радіозавад.

5.3.45 Електродвигуни, які працюють у складі електроприводів з частотним регулюванням в електромережах напругою до 1000 В (категорії С1, С2, С3 за стандартом EN 61800-3), також має бути оснащено фільтрами приглушування радіозавад.

За підвищених вимог до завадостійкості, які неможливо забезпечити за допомогою передбачених у частотному перетворювачі функцій приглушування завад, можна використовувати зовнішні фільтри, установлені поряд із перетворювачем.

На вході частотних перетворювачів для живлення електродвигунів потужністю понад 15 кВт має бути встановлено мережеві згладжувальні фільтри із дотриманням рекомендацій виробників перетворювачів.

ЗАХИСТ АСИНХРОННИХ І СИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ

5.3.46 На електродвигунах треба передбачати захист від багатофазних замикань (див. 5.3.49) і у випадках, зазначених нижче, – захист від однофазних замикань на землю (див. 5.3.51), захист від струмів перевантаження (див. 5.3.52) та захист мінімальної напруги (див. 5.3.55 і 5.3.56). На синхронних електродвигунах треба, крім того, передбачати захист від асинхронного режиму (див. 5.3.53 і 5.3.54), який може бути поєднано із захистом від струмів перевантаження.

5.3.47 На електродвигунах із примусовим змащуванням підшипників треба установлювати захист, який діє на сигнал і вимкнення електродвигуна в разі підвищення температури або припинення дії змащування.

На електродвигунах із примусовою вентиляцією треба установлювати захист, який діє на сигнал і вимкнення електродвигуна за підвищення температури або припинення дії вентиляції.

5.3.48 Електродвигуни з водяним охолодженням обмоток і активної сталі статора, а також із вбудованими повітроохолоджувачами, що охолоджуються водою,

повинні мати захист, який діє на сигнал у разі зменшення потоку води, нижчого від заданого значення, і на вимкнення електродвигуна в разі його припинення. Крім того, треба передбачати сигналізацію, яка діє в разі появи води в корпусі електродвигуна.

5.3.49 Для захисту електродвигунів від багатофазних замикань треба передбачати:

а) струмову однорелейну відсічку без витримки часу, відрегульовану від пускових струмів за виведених пускових пристроїв, з реле прямої або непрямої дії, увімкненим на різницю струмів двох фаз, – для електродвигунів потужністю, меншою ніж 2 МВт;

б) струмову дворелейну відсічку без витримки часу, відрегульовану від пускових струмів за виведених пускових пристроїв, з реле прямої або непрямої дії – для електродвигунів потужністю 2 МВт і більше, що мають захист, який діє на вимкнення, від однофазних замикань на землю (див. **5.3.51**), а також для електродвигунів потужністю, меншою ніж 2 МВт, якщо захист за переліком а) не задовольняє вимоги чутливості або якщо дворелейна відсічка є доцільною в разі виконання комплексного захисту або застосовуваного приводу з реле прямої дії.

За відсутності захисту від однофазних замикань на землю струмову відсічку електродвигунів потужністю 2 МВт і більше треба виконувати трирелейною з трьома трансформаторами струму. Допускається захист у двофазному виконанні з додатковим захистом від подвійних замикань на землю, виконаний за допомогою трансформатора струму нульової послідовності та струмового реле;

в) поздовжній диференціальний струмовий захист – для електродвигунів потужністю 5 МВт і більше, а також меншою ніж 5 МВт, якщо установа струмових відсічок за переліками а), б) не забезпечує виконання вимог чутливості; поздовжній диференціальний захист електродвигунів за наявності на них захисту від замикань на землю повинен мати двофазне виконання, а за відсутності цього захисту – трифазне, з трьома трансформаторами струму. Допускається захист у двофазному виконанні з додатковим захистом від подвійних замикань на землю, виконаний за допомогою трансформатора струму нульової послідовності і струмового реле.

Для електродвигунів потужністю 5 МВт і більше, виконаних без шести виводів обмотки статора, треба передбачати струмову відсічку.

5.3.50 Для блоків трансформатор (автотрансформатор) – електродвигун треба передбачати загальний захист від багатофазних замикань, а саме:

а) струмову відсічку без витримки часу, відстроєну від пускових струмів за виведених пускових пристроїв (див. також **5.3.49**), – для електродвигунів потужністю до 2 МВт. У разі з'єднання обмоток трансформатора за схемою «зірка – трикутник» відсічку виконують з трьох струмових реле: двох реле, увімкнених на фазні струми, і одного реле, увімкненого на суму цих струмів.

За неможливості встановлення трьох реле (наприклад, за обмеженої кількості реле прямої дії) допускається застосовувати схему з двома реле, увімкненими на з'єднані трикутником вторинні обмотки трьох трансформаторів струму;

б) диференціальну відсічку в дворелейному виконанні, відрегульовану від стрибків струму намагнічення трансформатора, – для електродвигунів потужністю понад 2 МВт, а також 2 МВт і менше, якщо захист за переліком а) не задовольняє вимоги чутливості в разі міжфазного КЗ на виводах електродвигуна;

в) поздовжній диференціальний струмовий захист у дворелейному виконанні з проміжними насичуваними трансформаторами струму – для електродвигунів потужністю понад 5 МВт, а також 5 МВт і менше, якщо встановлення відсічок за переліками а) і б) не задовольняє вимоги чутливості.

Оцінювання чутливості захисту в разі КЗ на виводах електродвигуна треба виконувати відповідно до вимог глави 3.2 цих Правил.

Захист має діяти на вимкнення вимикача блока, а в синхронних електродвигунах – також на пристрій АГП, якщо передбачено його встановлення.

Для блоків з електродвигунами потужністю понад 20 МВт, як правило, треба передбачати захист від замикання на землю, який охоплює не менше ніж 85 % витків обмотки статора електродвигуна і діє на сигнал з витримкою часу.

Вказівки щодо виконання решти видів захисту трансформаторів, автотрансформаторів (див. главу 3.2 цих Правил) і електродвигунів у разі їх роздільної роботи є дійсними і в тому разі, коли їх об'єднано в блок трансформатор (автотрансформатор) – електродвигун.

5.3.51 Захист електродвигунів потужністю до 2 МВт від однофазних замикань на землю за відсутності компенсації треба передбачати за струмів замикання на землю 10 А і більше, а за наявності компенсації – у разі, якщо залишковий струм у нормальних умовах перевищує це значення. Такий захист для електродвигунів потужністю понад 2 МВт треба передбачати за струмів 5 А і більше.

Значення струму спрацьовування захистів електродвигунів від замикань на землю має бути не більшим ніж:

- для електродвигунів потужністю до 2 МВт – 10 А;
- для електродвигунів потужністю понад 2 МВт – 5 А.

Рекомендовано застосовувати менші значення струмів спрацьовування, якщо це не ускладнює виконання захисту.

Захист слід виконувати без витримки часу (за винятком електродвигунів, для яких потрібне уповільнення захисту) з використанням трансформаторів струму нульової послідовності, установлених, як правило, у РУ. Якщо трансформатори струму нульової послідовності встановити в РУ неможливо або це може викликати збільшення витримки часу захисту, допускається встановлювати їх біля виводів електродвигуна у фундаментній ямі.

Якщо за умов відрегулювання від перехідних процесів захист повинен мати витримку часу, то для забезпечення швидкодійного вимкнення подвійних замикань на землю в різних точках треба встановлювати додаткове струмове реле з первинним значенням струму спрацьовування близько 50–100 А.

Захист має діяти на вимкнення електродвигуна, а в синхронних електродвигунах – також і на пристрій АГП, якщо передбачено його встановлення.

5.3.52 Захист від перевантаження треба передбачати на електродвигунах, схильних до перевантаження з технологічних причин, і на електродвигунах з особливо важкими умовами пуску і самозапуску (тривалість прямого пуску безпосередньо від мережі 20 с і більше), перевантаження яких можливе за надмірного збільшення тривалості пускового періоду внаслідок зниження напруги в мережі.

Захист від перевантаження треба передбачати в одній фазі із залежною або незалежною від струму витримкою часу, налаштованою на тривалість пуску електродвигуна в нормальних умовах і самозапуску після дії АВР або АПВ. Витримка часу

захисту від перевантаження синхронних електродвигунів має бути, за можливості, наближеною до найбільшої допустимої за тепловою характеристикою електродвигуна.

На електродвигунах, схильних до перевантаження з технологічних причин, захист, як правило, треба виконувати з дією на сигнал і автоматичне розвантаження механізму.

Дія захисту на вимкнення електродвигуна допускається:

- на електродвигунах механізмів, для яких відсутня можливість своєчасного розвантаження без зупину, або на електродвигунах, що працюють без постійного чергування персоналу;

- на електродвигунах механізмів з важкими умовами пуску або самозапуску;

- на електродвигунах невідповідальних механізмів.

5.3.53 Захист синхронних електродвигунів від асинхронного режиму можна виконувати за допомогою реле, що реагує на збільшення струму в обмотках статора; захист має бути відстроєно за часом від пускового режиму і струму за дії форсування збудження.

Захист, як правило, треба виконувати з незалежною від струму характеристикою витримки часу. Допускається застосовувати захист із залежною від струму характеристикою на електродвигунах з відношенням КЗ, більшим ніж 1.

Під час виконання схеми захисту треба вживати заходів щодо запобігання відмовам захисту в разі биття струму асинхронного режиму. Допускається застосовувати інші способи захисту, які забезпечують надійну його дію в разі виникнення асинхронного режиму.

5.3.54 Захист синхронних електродвигунів від асинхронного режиму має діяти з витримкою часу на одну зі схем, які передбачають:

- ресинхронізацію;

- ресинхронізацію з автоматичним короткочасним розвантаженням механізму до такого навантаження, за якого забезпечується втягування електродвигуна в синхронізм (у разі допустимості короткочасного розвантаження за умовами технологічного процесу);

- вимкнення електродвигуна і повторний автоматичний пуск;

- вимкнення електродвигуна (за неможливості його розвантаження або ресинхронізації, за відсутності необхідності автоматичного повторного пуску і ресинхронізації за умовами технологічного процесу).

5.3.55 Для полегшення умов відновлення напруги після вимкнення КЗ та забезпечення самозапуску електродвигунів відповідальних механізмів треба передбачати вимкнення захистом мінімальної напруги електродвигунів невідповідальних механізмів сумарною потужністю, яку визначають можливостями джерела живлення і мережі щодо забезпечення самозапуску.

Витримку часу захисту мінімальної напруги треба обирати в межах від 0,5 до 1,5 с – на ступінь, більший за час дії швидкодійних захистів від багатofазних КЗ, а уставки за напругою мають бути, як правило, не вищими ніж 70 % номінальної напруги.

За наявності синхронних електродвигунів, якщо напруга на вимкненій секції затухає поволі, для прискорення дії АВР або АПВ можна застосовувати гасіння поля синхронних електродвигунів відповідальних механізмів за допомогою захисту мінімальної частоти або інших способів, які забезпечують якнайшвидше виявлення втрати живлення.

Ці самі засоби можна використовувати для вимкнення невідповідальних синхронних електродвигунів, а також для запобігання несинхронному увімкненню вимкнених двигунів, якщо струми увімкнення перевищують допустимі значення.

В електроустановках промислових підприємств у разі, якщо не може бути виконаний одночасний самозапуск усіх електродвигунів відповідальних механізмів (див. 5.3.13), треба застосовувати вимкнення частини таких відповідальних механізмів та їх автоматичний повторний пуск після закінчення самозапуску першої групи електродвигунів. Вмикати наступні групи можна за струмом, напругою або часом.

5.3.56 Захист мінімальної напруги з витримкою часу, не більшою ніж 10 с, і уставкою за напругою, як правило, не вищою ніж 50 % від номінальної напруги (крім випадків, наведених у 5.3.55), треба встановлювати на електродвигунах відповідальних механізмів також у випадках, коли самозапуск механізмів після зупину є недопустимим за умовами технологічного процесу або за умовами безпеки і, крім того, коли не можна забезпечити самозапуск усіх електродвигунів відповідальних механізмів (див. 5.3.55). Крім зазначених випадків, цей захист треба використовувати також для забезпечення надійності пуску АВР електродвигунів взаєморезервованих механізмів.

На електродвигунах зі змінною частотою обертання відповідальних механізмів, самозапуск яких є допустимим і доцільним, захисти мінімальної напруги мають давати сигнал на автоматичний перехід на нижчу частоту обертання.

5.3.57 На синхронних електродвигунах треба передбачати АГП. Для електродвигунів потужністю 2 МВт і більше АГП здійснюють шляхом введення опору в коло обмотки збудження.

Для електродвигунів потужністю, меншою ніж 2 МВт, АГП допускається здійснювати шляхом введення опору в коло обмотки збудження збуджувача. Для синхронних електродвигунів потужністю, меншою ніж 0,5 МВт, АГП, як правило, не здійснюють.

На синхронних електродвигунах, які забезпечено системою збудження, виконаною на керованих напівпровідникових елементах, АГП незалежно від потужності двигуна можна здійснювати інвертуванням, якщо воно забезпечується схемою живлення. В іншому випадку АГП треба здійснювати введенням опору в коло обмотки збудження.

ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАПРУГОЮ ДО 1 кВ (АСИНХРОННИХ, СИНХРОННИХ І ПОСТІЙНОГО СТРУМУ)

5.3.58 Для електродвигунів змінного струму треба передбачати захист від багатофазних замикань (див. 5.3.59), у мережах із глухозаземленою нейтраллю – також від однофазних замикань, а у випадках, передбачених у 5.3.60 і 5.3.61, крім того, передбачають захист від струмів перевантаження і захист мінімальної напруги. На синхронних електродвигунах (за неможливості втягування в синхронізм із повним навантаженням) додатково треба передбачати захист від асинхронного режиму згідно з 5.3.62.

Для електродвигунів постійного струму треба передбачати захисти від КЗ. За необхідності додатково можна встановлювати захисти від перевантаження і надмірного підвищення частоти обертання.

5.3.59 Для захисту електродвигунів від КЗ слід застосовувати автоматичні вимикачі. В обґрунтованих випадках дозволено застосовувати запобіжники.

Номінальні струми плавких вставок запобіжників і розчіплювачів автоматичних вимикачів треба вибирати таким чином, щоб забезпечувалося надійне вимкнення КЗ на затискачах електродвигуна (див. 3.1.14 цих Правил) і щоб електродвигуни за нормальних для даної електроустановки поштовхів струму (піків технологічних навантажень, пускових струмів, струмів самозапуску тощо) не вимикалися цим захистом. Із цією метою для електродвигунів механізмів з легкими умовами пуску відношення пускового струму електродвигуна до номінального струму плавкої вставки запобіжника має бути не більше ніж 2,5, а для електродвигунів механізмів з важкими умовами пуску (велика тривалість розгону, часті пуски тощо) це відношення має дорівнювати 2,0–1,6. Для електродвигунів відповідальних механізмів допускається приймати це відношення таким, що дорівнює 1,6 незалежно від умов пуску електродвигуна.

Допускається здійснювати захист від КЗ одним загальним апаратом для групи електродвигунів за умови, що цей захист забезпечує термічну стійкість пускових апаратів і апаратів захисту від перевантажень, які застосовують у колі кожного електродвигуна цієї групи.

На електростанціях для захисту від КЗ електродвигунів власних потреб, пов'язаних з основним технологічним процесом, треба застосовувати автоматичні вимикачі.

5.3.60 Захист електродвигунів від перевантаження треба встановлювати у випадках, якщо з технологічних причин можливе перевантаження механізму, а також якщо за особливо важких умов пуску чи самозапуску необхідно обмежувати тривалість пуску за зниженої напруги. Захист треба виконувати з витримкою часу і можна здійснювати струмовим електротепловим реле або іншими пристроями, зокрема відповідними розчіплювачами автоматичних вимикачів.

Захист від перевантаження має діяти на вимкнення, на сигнал або на розвантаження механізму, якщо воно можливе.

Застосовувати захист від перевантаження не обов'язково для електродвигунів з повторно-короткочасним режимом роботи.

5.3.61 Захист мінімальної напруги треба встановлювати:

- для електродвигунів постійного струму, які не допускають безпосереднього увімкнення в мережу;
- для електродвигунів механізмів, самозапуск яких після зупину є недопустимим за умовами технологічного процесу або за умовами безпеки;
- для частини інших електродвигунів відповідно до умов, наведених у 5.3.55.

Для відповідальних електродвигунів, яким потрібен самозапуск, у разі їх увімкнення за допомогою контакторів і пускачів з утримувальною обмоткою в колі керування треба застосовувати механічні або електричні пристрої витримки часу, які забезпечують увімкнення електродвигуна за відновлення напруги протягом заданого часу. Для таких електродвигунів, якщо це допустимо за умовами технологічного процесу та умовами безпеки, можна також замість кнопок керування застосовувати вимикачі, з тим щоб коло утримувальної обмотки залишалося замкнутим, крім допоміжних контактів пускача, і цим забезпечувалося автоматичне увімкнення за відновлення напруги незалежно від часу перерви живлення.

5.3.62 Для синхронних електродвигунів захист від асинхронного режиму треба, як правило, здійснювати за допомогою захисту від перевантаження за струмом статора.

5.3.63 Захист електродвигунів змінного струму від струмів КЗ треба виконувати в усіх фазах у разі їх захисту як запобіжниками, так і автоматичними вимикачами.

Захист електродвигунів змінного струму від струмів перевантаження треба виконувати в усіх фазах у разі їх захисту запобіжниками, автоматичними вимикачами або тепловими реле.

Захист електродвигунів постійного струму від струму КЗ і перевантажень треба виконувати в одному полюсі.

5.3.64 Апарати захисту електродвигунів мають задовольняти вимоги глави 3.1 цих Правил. Захисти електродвигунів від КЗ, перевантаження, мінімальної напруги тощо можна здійснювати розчіплювачами, влаштованими в один апарат захисту (бажаним є використання розчіплювачів, дію яких засновано на різних принципах).

5.3.65 Спеціальні види захисту від роботи на двох фазах допускається застосовувати як виняток на електродвигунах, які не мають захисту від перевантаження, і для яких існує підвищена ймовірність втрати однієї фази, що призводить до виходу електродвигуна з ладу з тяжкими наслідками.

ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

5.3.66 Для захисту приєднаних до загальних шин повітряними лініями (струмопроводами) електродвигунів потужністю понад 3 МВт як захисні апарати від перенапруг треба застосовувати РВ І групи або ОПН з відповідними залишковими напругами грозових імпульсів та захисні конденсатори C_0 ємністю, не меншою ніж 0,5 мкФ на фазу. Захисні апарати треба установлювати на шинах РУ. ОПН треба вибирати відповідно до СОУ-Н МЕВ 40.1-21677681-67.

Захист підходів ПЛ до РУ електростанцій, підстанцій і струмопроводів до електродвигунів треба виконувати з рівнем грозостійкості, не меншим ніж 50 кА.

Якщо електричний двигун і ПЛ приєднано до загальних шин РУ, то підходи цих ПЛ має бути захищено від грозових перенапруг згідно з вимогами 5.2.71 цих Правил.

5.3.67 Дозволено не виконувати захист від прямих ударів блискавки за допомогою стрижньових блискавковідводів і грозозахисних тросів підходів ПЛ на дерев'яних опорах і відкритих струмопроводах до електродвигунів потужністю до 3 МВт у разі, якщо:

- на ПЛ встановлено два комплекти захисних апаратів (РВ або ОПН, рис. 5.3.1, а) з опорами заземлення, не більшими ніж 3 Ом. Заземлювач ближчого до шин РУ захисного апарата з'єднано найкоротшим шляхом із заземлювальним пристроєм РУ;

- на ПЛ з кабельною вставкою будь-якої довжини перед кабелем з боку ПЛ встановлено ОПН, заземлювальний затискач якого найкоротшим шляхом приєднано до металевих оболонок кабелю і заземлювача (рис. 5.3.1, б).

5.3.68 На шинах, які живлять електродвигуни через кабельні вставки, має бути встановлено РВ І групи або ОПН і захисні конденсатори ємністю, не меншою ніж $0,5 \text{ мкФ}$ на фазу.

5.3.69 На підходах ПЛ або відкритих струмопроводів на залізобетонних або металевих опорах захисні апарати можна не встановлювати, якщо опір заземлення кожної опори на довжині підходу понад 250 м становить не більше ніж 10 Ом .

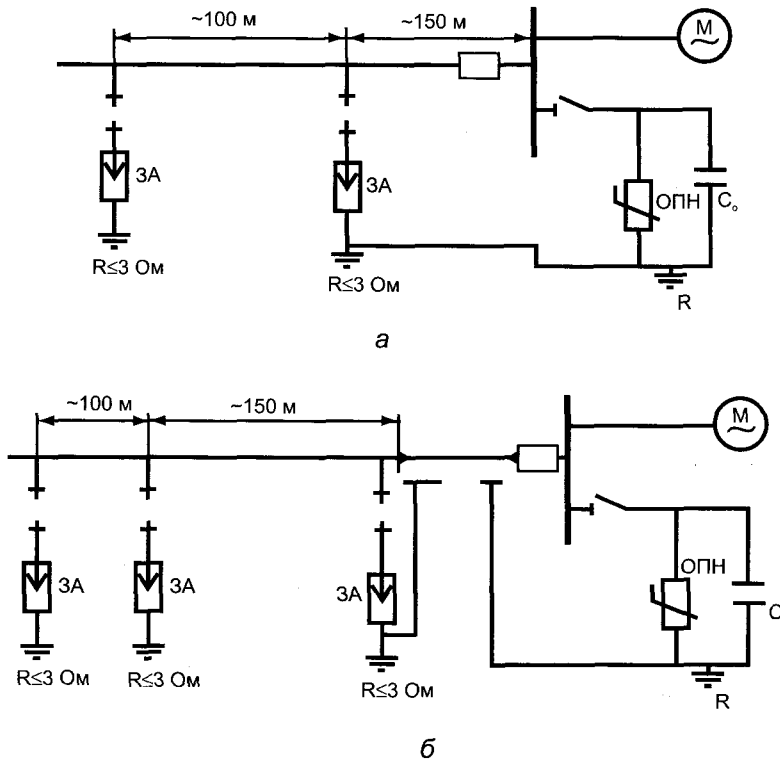


Рисунок 5.3.1 – Схеми захисту електродвигунів потужністю до 3 МВт у разі підходу ПЛ на дерев'яних опорах

ГЛАВИ 5.4 ТА 5.5

СКАСОВАНІ

наказом Мінпраці України від 21 червня 2001 р. № 272

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 30 липня 2015 р. № 480

ГЛАВА 5.6

КОНДЕНСАТОРНІ УСТАНОВКИ

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

5.6.1 Ця глава Правил поширюється на конденсаторні установки напругою до 500 кВ (незалежно від їх виконання), які приєднують паралельно індуктивним елементам електричних систем змінного струму частотою 50 Гц; ці установки призначені для компенсації реактивної потужності електроустановок і регулювання напруги. Конденсаторні установки мають також відповідати вимогам глав 4.1 і 4.2 цих Правил.

Глава не поширюється на конденсаторні установки для поздовжньої компенсації, на фільтрові, спеціальні та конденсаторні установки, що працюють у середовищі, яке насичене пилом, містить їдкі гази і випари або є вибухонебезпечним, та на місця, що підлягають ударам і вібрації.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цій главі Правил є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ EN 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності (EN 50160:2010, IDT)

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (ССБП. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони)

ГОСТ 1282-88 Конденсаторы для повышения коэффициента мощности. Общие технические условия (Конденсатори для підвищення коефіцієнта потужності. Загальні технічні умови)

ГОСТ 27390-87 Конденсаторы самовосстанавливающиеся для повышения коэффициента мощности. Термины и определения. Технические требования. Правила приемки. Методы испытания (Конденсатори самовідновлювальні для підвищення коефіцієнта потужності. Терміни та визначення. Технічні вимоги. Правила приймання. Методи випробування)

НАПБ 06.015-2006 Перелік приміщень і будівель енергетичних підприємств Мінпаливенерго України з визначенням категорій і класифікації зон з вибухопожежної та пожежної безпеки

НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою

Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 15 квітня 2013 року № 9 «Про затвердження значень гігієнічних нормативів хімічних речовин в атмосферному повітрі населених місць».

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

5.6.2 У цій главі Правил вжито терміни, установлені в ГОСТ 1282: *одиничний конденсатор, номінальна напруга конденсатора, номінальний струм конденсатора, найбільший тривало допустимий струм конденсатора, схема з'єднань конденсатора, температура оточуючого повітря, розрядний пристрій*; у ГОСТ 27390: *самовідновлювальний конденсатор, внутрішній плавкий запобіжник, переривник надлишкового тиску*; у ДСТУ EN 50160: *низька напруга, середня напруга, висока напруга, надвисока напруга*.

5.6.3 Нижче подано терміни, додатково використані в цій главі Правил, та визначення позначених ними понять:

діелектрична рідина

Незаймиста рідина, якою просочують діелектричний шар плівкового конденсатора на напругу понад 1 кВ (зазвичай використовують суміш монобензилтолуолу, дибензилтолуолу та епоксидної добавки тощо)

конденсаторна батарея

Група одиничних конденсаторів, електрично з'єднаних між собою

конденсаторна установка

Електроустановка, яка складається з конденсаторів, допоміжного електроустаткування (вимикачів, контакторів, роз'єднувачів, розрядних пристроїв, пристроїв регулювання, захисту тощо), що належить до них, та ошиновки. Конденсаторна установка може складатися з однієї чи декількох конденсаторних батарей або з одного або декількох окремо встановлених одиничних конденсаторів, приєднаних до мережі через комутаційні апарати

послідовний ряд конденсаторної батареї

Частина фази конденсаторної батареї в разі паралельно-послідовного з'єднання конденсаторів у цій фазі, яка складається з паралельно увімкнених конденсаторів

секція конденсаторної батареї

Частина фази конденсаторної батареї, яка може вмикатися за допомогою комутаційного апарата на відповідну напругу.

ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

У цій главі Правил використано скорочення: КЗ – коротке замикання.

ВИБІР СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ ТА УСТАТКУВАННЯ

5.6.4 Конденсаторні установки для електричних мереж напругою до 10 кВ повинні бути, як правило, комплектними.

Для конденсаторних установок на напругу до 1 кВ, як правило, потрібно застосовувати плівкові герметичні конденсатори без діелектричної рідини, здатні до самовідновлювання, які автоматично вимикаються в разі підвищення тиску в корпусі понад допустимий за допомогою переривника надлишкового тиску.

Для конденсаторних установок на напругу понад 1 кВ потрібно застосовувати плівкові герметичні конденсатори з ізоляцією, просоченою діелектричною рідиною.

5.6.5 Конденсаторні установки можна приєднувати до мережі через окремий ввідний апарат, призначений для увімкнення і вимкнення лише конденсаторів, або через загальний апарат із силовим трансформатором, асинхронним електродвигуном чи іншим електроприймачем. Ці схеми можна застосовувати за будь-якої напруги конденсаторної установки. Ввідний апарат конденсаторної установки треба розташовувати безпосередньо в місці її приєднання до живильної лінії.

5.6.6 Конденсаторні батареї на номінальну напругу понад 10 кВ можна складати з однофазних конденсаторів шляхом їх паралельно-послідовного з'єднання. Кількість послідовних рядів конденсаторів вибирають такою, щоб у нормальних режимах роботи струмове навантаження на конденсатори не перевищувало номінального значення. Кількість конденсаторів у окремому послідовному ряду має бути такою, щоб у разі вимкнення одного з них через перегорання запобіжника напруга на решті конденсаторів не перевищувала 110 % номінальної.

5.6.7 Конденсаторні батареї на номінальну напругу до 10 кВ треба складати, як правило, з конденсаторів із номінальною напругою, яка дорівнює номінальній напрузі мережі. При цьому допускається тривала робота одиничних конденсаторів з напругою, яка перевищує номінальну, протягом часу, установленого виробником.

5.6.8 У трифазних конденсаторних батареях однофазні конденсатори з'єднують у трикутник або зірку. Можна застосовувати також послідовне або паралельно-послідовне з'єднання однофазних конденсаторів у кожній фазі трифазної батареї.

5.6.9 Під час вибору вимикача конденсаторної установки потрібно враховувати наявність паралельно увімкнених (наприклад, на загальні шини) секцій (конденсаторних батарей). За необхідності треба передбачати пристрої, що забезпечують зниження поштовхів перехідних (комутаційних) струмів у моменти вмикання конденсаторної установки або комутації її секцій.

5.6.10 Роз'єднувачі конденсаторних установок середньої і високої напруг повинні мати заземлювальні ножі з боку батареї, які блокуються зі своїм роз'єднувачем. Роз'єднувачі конденсаторної установки мають блокуватися з вимикачем цієї установки.

5.6.11 Конденсаторні установки треба обладнувати розрядними пристроями.

Одиничні конденсатори для конденсаторних батарей застосовують, як правило, з вбудованими розрядними пристроями. Для конденсаторних батарей, складених з конденсаторів із вбудованими розрядними пристроями, використовувати додаткові зовнішні розрядні пристрої не потрібно.

Допускається використовувати конденсатори на напругу понад 1 кВ без вбудованих розрядних пристроїв, якщо на виводи одиничного конденсатора або послідовного ряду конденсаторів постійно підключено розрядний пристрій.

Конденсаторні батареї на напругу до 1 кВ, які складено з конденсаторів без вбудованих розрядних пристроїв, виконують, як правило, без постійно приєднаних зовнішніх розрядних пристроїв з автоматичним приєднанням останніх у момент вимкнення конденсаторної батареї. Розрядні пристрої можна не встановлювати на конденсаторних батареях напругою до 1 кВ, якщо їх приєднано до мережі через трансформатор і між конденсаторною батареєю і трансформатором відсутні комутаційні апарати.

Як розрядні пристрої необхідно застосовувати пристрої з активним або активно-індуктивним опором.

5.6.12 Конденсаторні установки потрібно обладнувати засобами вимірювання температури (датчиком і показчиком) всередині конденсаторної установки.

Датчик для вимірювання температури необхідно розміщувати в найгарячішому місці конденсаторної установки. При цьому має бути забезпечено можливість спостереження за показчиком температури конденсаторної установки без її вимкнення та зняття огорожі.

5.6.13 Для досягнення найбільш економічного режиму роботи електричних мереж зі змінним графіком реактивного навантаження треба застосовувати автоматичне регулювання потужності конденсаторної установки шляхом увімкнення і вимкнення її в цілому або окремих її частин.

У складі конденсаторної установки рекомендовано застосовувати регулятор, який має забезпечувати збільшення її потужності в разі зниження напруги нижче номінальної і зменшення її потужності в разі перевищення напруги понад номінальну.

5.6.14 Апарати і струмовідні частини в колі конденсаторної установки мають допускати тривале проходження струму, що становить 130 % від номінальної сили струму.

ЗАХИСТ КОНДЕНСАТОРНИХ УСТАНОВОК

5.6.15 Конденсаторну установку має бути обладнано захистом від струму короткого замикання (КЗ), який діє на її вимкнення без витримки часу. Захист має бути налаштовано таким чином, щоб не виникало спрацювання від струмів увімкнення установи і поштовхів струму за перенапруг.

5.6.16 Конденсаторну установку також має бути обладнано захистом від підвищення напруги, який діє на її вимкнення в разі перевищення діючого значення напруги допустимого значення. Вимикати установку потрібно з витримкою часу 3–5 хв.

Повторно вмикати конденсаторну установку низької напруги допускається після зниження напруги в мережі до номінального значення, але не раніше ніж через 1–5 хв.

Повторно вмикати конденсаторну установку середньої напруги допускається після зниження напруги в мережі до номінального значення, але не раніше ніж через 5–10 хв.

Захист конденсаторної установи не потрібен у разі, якщо її вибрано з урахуванням максимального можливого тривалого значення напруги (такого, за якого в разі тривалого підвищення напруги в мережі до одиничного конденсатора не можна було тривало прикладати напругу понад 110 % номінальної).

5.6.17 У випадках, коли можливе перевантаження конденсаторів струмами вищих гармонік, має бути передбачено захист, який вимикає конденсаторну установку з витримкою часу за діючого значення струму для одиничних конденсаторів, яке перевищує 130 % номінального.

5.6.18 Кожен одиничний конденсатор напругою понад 1 кВ або його секція, в якій немає внутрішніх запобіжників, має бути захищено зовнішнім запобіжником, що спрацьовує в разі пробою конденсатора.

Конденсатори напругою до 1 кВ повинні мати вбудовані всередину корпусу плавкі запобіжники.

5.6.19 На батареях, зібраних з окремих секцій, треба застосовувати захист кожної секції від струмів КЗ незалежно від захисту конденсаторної установки в цілому.

Такий захист секцій є необов'язковим у разі, якщо кожен одиничний конденсатор захищено окремим зовнішнім або вбудованим запобіжником.

Захист секції має забезпечувати її надійне вимкнення за найменших і найбільших значень струму КЗ в даній точці мережі.

5.6.20 Схему електричних з'єднань конденсаторної установки і запобіжники треба вибирати такими, щоб пошкодження ізоляції окремих конденсаторів не призводило до руйнування їх корпусів, до підвищення напруги вище тривало допустимої на конденсаторах, що залишилися в роботі, та до вимкнення батареї в цілому.

5.6.21 Для захисту конденсаторів напругою понад 1 кВ треба, як правило, застосовувати запобіжники, які обмежують значення струму КЗ. Зовнішні запобіжники конденсаторів повинні мати, як правило, покажчики їх перегорання, що мають бути доступними для огляду під час роботи конденсаторної установки.

5.6.22 Захист конденсаторних установок від грозових перенапруг потрібно передбачати в тих самих випадках і за допомогою тих самих засобів, які передбачено в главі 4.2 цих Правил.

ЕЛЕКТРИЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

5.6.23 Справний стан конденсаторної установки має контролюватися стаціонарними пристроями вимірювання струму в кожній фазі.

Для конденсаторних установок напругою до 1 кВ і потужністю до 400 кВАр силу струму допускається вимірювати в одній фазі або за допомогою одного пристрою, який перемикається між фазами.

5.6.24 Реактивну енергію, видану в мережу конденсаторною установкою, треба вимірювати згідно з вимогами глави 1.5 цих Правил.

РОЗМІЩЕННЯ КОНДЕНСАТОРІВ

5.6.25 Конструкція конденсаторної установки має відповідати умовам навколишнього середовища.

5.6.26 Конденсаторні установки можна розміщувати в приміщеннях розподільних установок напругою до 1 кВ і вище або в основних і допоміжних виробничих приміщеннях, віднесених до категорій Г і Д, згідно з НАПБ 06.015 і НАПБ Б.03.002.

5.6.27 Для конденсаторних установок з конденсаторами, які містять діелектричну рідину, має бути передбачено засоби, що запобігають розтіканню діелектричної рідини по кабельних каналах і підлозі приміщення (у разі порушення герметичності корпусів конденсаторів) і забезпечують її подальше видалення.

Під конденсаторами, які містять діелектричну рідину, потрібно влаштовувати піддони, розраховані щонайменше на 20 % кількості діелектричної рідини, що міститься в найбільшому одиничному конденсаторі.

5.6.28 Конденсаторні установки, розміщені у виробничому приміщенні, повинні мати сітчасті огорожі або захисні кожухи.

5.6.29 Відстань між одиничними конденсаторами напругою понад 1 кВ має бути не менше ніж 50 мм і вибиратися за умови охолодження конденсаторів і забезпечення ізоляційних відстаней.

Відстань між одиничними конденсаторами напругою до 1 кВ має відповідати вимогам виробника конденсаторів.

5.6.30 Температура повітря, що оточує конденсатори, не має виходити за верхню і нижню межі, установлені ГОСТ 1282 або технічними умовами на конденсатори відповідного типу.

У приміщенні або шафі конденсаторної установки має бути окрема система природної вентиляції; якщо природна вентиляція не забезпечує зниження температури повітря в приміщенні або шафі до найбільшої допустимої, необхідно застосовувати штучну вентиляцію.

5.6.31 Гранично допустима концентрація хімічних речовин у повітрі робочої зони в разі руйнування банки з найбільшою кількістю діелектричної рідини не має перевищувати значень, унормованих ГОСТ 12.1.005. Орієнтовні безпечні рівні впливу хімічних речовин в атмосферному повітрі населених місць у разі руйнування банки з найбільшою кількістю діелектричної рідини не мають перевищувати рівнів, установлених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 15 квітня 2013 р. № 9. Необхідність улаштування припливно-витяжної вентиляції конденсаторної установки визначають згідно з проектом.

5.6.32 Для конденсаторів, які встановлено просто неба, потрібно враховувати їх нагрівання сонячним випромінюванням.

Просто неба конденсатори потрібно встановлювати таким чином, щоб негативна дія на них сонячного випромінювання була найменшою.

5.6.33 З'єднувати виводи конденсаторів між собою і приєднувати їх до шин потрібно за допомогою гнучких перемичок з роз'ємними з'єднаннями.

5.6.34 Конструкції, на яких установлюють конденсатори, треба виконувати з негорючих матеріалів. Під час вибору способу кріплення конденсаторів необхідно враховувати теплове розширення корпусу конденсатора.

5.6.35 Відстані від конденсаторів зовнішнього встановлення до іншого устаткування, а також протипожежні відстані від них до будівель і споруд треба приймати згідно з главою 4.2 цих Правил.

5.6.36 У разі зовнішнього встановлення конденсатори треба встановлювати згідно з протипожежними вимогами групами потужністю, яка не перевищує 30 МВАр кожна. Відстань у просвіті між групами однієї конденсаторної установки має бути не менше ніж 4 м, а між групами різних конденсаторних установок – не менше ніж 6 м.

5.6.37 В одному приміщенні з конденсаторами напругою понад 1 кВ допускається установлювати розрядні пристрої, роз'єднувачі, контактори, вимикачі навантаження, силові вимикачі, вимірювальні трансформатори та автоматичні регулятори, які належать до них.

5.6.38 У разі поділу конденсаторної батареї на частини рекомендовано розташовувати їх таким чином, щоб було забезпечено безпеку робіт на кожній із вимкнених її частин за решти увімкнених.

5.6.39 На конденсаторній установці треба передбачати пристосування для заземлення несучих металевих конструкцій, які можуть перебувати під напругою під час роботи установки.

ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 597

ГЛАВА 6.1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

6.1.1 Цей розділ Правил поширюється на установки електричного освітлення будинків, приміщень і споруд, зовнішнього освітлення міст, селищ і сільських населених пунктів, територій підприємств і закладів, на установки світлової реклами, світлові знаки та ілюмінаційні установки.

6.1.2 Електричне освітлення має відповідати вимогам цього розділу, ДБН В.2.5-28-2016 «Природне і штучне освітлення», правил і нормативних документів. Засоби електричного освітлення повинні відповідати вимогам стандартів, чинних в Україні.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цих Правилах використано терміни, установлені в ДБН В.2.5-28: *аварійне освітлення, евакуаційне освітлення, освітлення безпеки, робоче освітлення*.

Нижче подано терміни, які додатково вжито в цьому розділі, та визначення позначених ними понять:

6.1.3 лампа

Електричне джерело світла

6.1.4 світильник

Прилад для розподілу, фільтрації і перетворення світла від лампи або ламп, який включає необхідні компоненти для їхнього захисту, кріплення і постачання електроенергією

6.1.5 світлове середовище

Сукупність показників освітлення, які мають потенційний вплив на організм людини

6.1.6 живильна освітлювальна мережа

Мережа від розподільного пристрою підстанції або відгалуження від повітряних ліній електропередачі до ввідного пункту (ВП), ввідно-розподільного пункту (ВРП), головного розподільного щита (ГРЩ)

6.1.7 розподільна мережа

Мережа від ВП, ВРП, ГРЩ до розподільних пунктів, щитків і пунктів живлення освітлення

6.1.8 групова мережа

Мережа від щитків до світильників, штепсельних розеток та інших електроприймачів

6.1.9 пункт живлення зовнішнього освітлення

Електричний розподільний пристрій для приєднання групової мережі зовнішнього освітлення до джерела живлення

6.1.10 фаза нічного режиму

Фаза живильної або розподільної мережі зовнішнього освітлення, яка не вимикається в нічні години

6.1.11 каскадна система керування зовнішнім освітленням

Система, яка здійснює почергове увімкнення (вимкнення) ділянок групової мережі зовнішнього освітлення

6.1.12 проводи заряджання світильника

Проводи, які прокладаються всередині світильника від установлених у ньому контактних затискачів або штепсельних з'єднувачів для приєднання до мережі (для світильника, який не має всередині контактних затискачів або штепсельного з'єднувача, – проводи або кабелі від місця приєднання світильника до мережі до апаратів пускорегулювальної апаратури та лампових патронів, установлених у світильнику).

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.1.13 Для створення належного світлового середовища важливо, щоб додатково до необхідного рівня освітленості задовольнялися кількісні та якісні показники освітлення, а саме:

- розподіл яскравості;
- засліпленість;
- спрямованість освітлення;
- кольоропередавання джерел світла;
- пульсація світлового потоку.

Значення рівня освітленості, рівномірності освітленості, індексу передачі кольору і коефіцієнта пульсації освітленості та інші якісні показники освітлювальних установок, види та системи освітлення мають відповідати вимогам чинних в Україні нормативних документів та санітарних норм і правил.

Світильники мають відповідати вимогам чинних норм пожежної безпеки, екології, санітарних норм і вимогам цих Правил.

6.1.14 Для електричного освітлення треба застосовувати газорозрядні лампи низького тиску (люмінесцентні), лампи високого тиску (наприклад, металогало-

генні типів ДРІ, ДРІЗ, натрієві типу ДНаТ, ксенонові типів ДКсТ, ДКсТЛ, ртутні типу ДРЛ), світлодіодні та індукційні лампи.

У разі застосування в освітлювальних установках люмінесцентних ламп треба дотримуватися таких умов за звичайного виконання світильників:

- температура повітря має бути не нижче ніж 5 °С;
- напруга на освітлювальних приладах має бути не менше ніж 90 % номінальної.

Для усунення зорового стробоскопічного ефекту люмінесцентні світильники загального освітлення рекомендовано вмикати на підвищену частоту мережі або на різні фази напруги.

Дозволено застосовувати люмінесцентні світильники зі спеціальними лампами та схемами їх вмикання, які забезпечують їх нормальну роботу за температури повітря мінус 15 °С.

Світлодіодні світильники та електричні лампи, призначені для використання в мережах змінного струму з метою освітлення, мають відповідати вимогам постанови Кабінету Міністрів України від 15.10.2012 № 992 «Про затвердження вимог до світлодіодних світлотехнічних пристроїв та електричних ламп, що використовуються в мережах змінного струму з метою освітлення».

Застосовувати лампи розжарювання дозволено в окремих випадках, коли за умов технології, середовища або вимог до оформлення інтер'єру використовувати світлодіодні або газорозрядні джерела світла неможливо або недоцільно згідно з ДБН В 2.5-28.

6.1.15 Для аварійного освітлення рекомендовано застосовувати світильники з люмінесцентними та світлодіодними лампами.

Газорозрядні лампи високого тиску дозволено використовувати в разі забезпечення їх миттєвого засвічування або перезасвічування в приміщеннях з висотою підвищування світильників понад 3 м.

6.1.16 Для живлення освітлювальних приладів загального внутрішнього та зовнішнього освітлення, як правило, треба застосовувати напругу, не вищу ніж 220 В змінного або постійного струму. У приміщеннях без підвищеної небезпеки для всіх стаціонарно встановлених освітлювальних приладів незалежно від висоти їх установлення можна застосовувати напругу 220 В.

Напругу 380 В для живлення освітлювальних приладів загального внутрішнього та зовнішнього освітлення дозволено використовувати в разі введення в освітлювальний прилад незалежного, не вмонтованого в прилад, пускорегулювального апарата; його треба обладнувати проводами або кабелем з ізоляцією на напругу, не меншу ніж 660 В.

Вводити в освітлювальний прилад два або три проводи різних фаз системи 660/380 В не дозволено.

6.1.17 У приміщеннях з підвищеною небезпекою і особливо небезпечних за висоти встановлення світильників загального освітлення над підлогою або площадкою обслуговування, меншої ніж 2,5 м, застосовувати світильники класу захисту 0 не дозволено, необхідно застосовувати світильники класу захисту 2 або 3. Дозволено використовувати світильники класу захисту 1. У цьому разі електричне коло обладнують пристроєм захисного вимикання (ПЗВ) зі струмом спрацьовування до 30 мА.

Вищезазначені вимоги не поширюються на світильники, які обслуговують із кранів. У цьому разі відстань від світильника до настилу моста крана має бути не менше ніж 1,8 м або світильники потрібно підвішувати не нижче нижнього пояса ферм перекриття, а обслуговувати їх з кранів належить із дотриманням вимог охорони праці.

6.1.18 В установках для освітлення фасадів будинків, скульптур, монументів, для підсвічування зелені з використанням освітлювальних приладів, установлених від поверхні землі або площадки обслуговування нижче ніж 2,5 м, дозволено застосовувати напругу до 380 В, якщо ступінь захисту освітлювальних приладів є не нижчим від IP54.

В установках для освітлення фонтанів і басейнів номінальна напруга живлення освітлювальних приладів, занурюваних у воду, має бути не вище ніж 12 В.

6.1.19 Для живлення світильників місцевого стаціонарного освітлення у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних дозволена напруга має становити до 220 В; у цьому разі необхідно передбачати захисне вимкнення лінії за струму витікання до 30 мА або живлення кожного світильника за допомогою розділового трансформатора (розділовий трансформатор може мати кілька електрично не пов'язаних вторинних обмоток).

Для живлення світильників місцевого освітлення з трубчастими та компактними люмінесцентними лампами дозволено застосовувати напругу, не більшу ніж 220 В. У цьому разі у вогких приміщеннях, особливо вогких, жарких і з хімічно активним середовищем необхідно застосовувати люмінесцентні лампи для місцевого освітлення лише в арматурі спеціальної конструкції.

Лампи типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ і ДНаТ дозволено застосовувати для місцевого освітлення за напруги, не вищої ніж 220 В, в арматурі, спеціально передбаченій для місцевого освітлення.

6.1.20 Для живлення переносних світильників у приміщеннях з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних слід застосовувати напругу, не вищу ніж 24 В.

За наявності особливо несприятливих умов, коли небезпека ураження електричним струмом збільшується через тісноту, незручне положення, у разі дотикання до великих металевих, добре заземлених поверхонь (наприклад, робота в котлах), у зовнішніх установках для живлення ручних світильників слід застосовувати напругу, не вищу ніж 12 В.

Переносні світильники, передбачені для підвішування, настільні, встановлювані на підлозі тощо, під час вибору напруги прирівнюють до стаціонарних світильників місцевого стаціонарного освітлення (**6.1.19**).

Для переносних світильників, установлених на пересувних стояках на висоті 2,5 м і більше, допускається застосовувати напругу до 380 В.

6.1.21 Живлення світильників напругою до 42 В треба виконувати від розділових трансформаторів або автономних джерел живлення.

6.1.22 Допустимі відхилення та коливання напруги на освітлювальних приладах становлять не менше ніж 95 % і не більше ніж 105 %; вони не мають перевищувати норм, зазначених у ГОСТ 13109-97 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

6.1.23 Живлення силових і освітлювальних електроприймачів за напруги 380/220 В рекомендовано виконувати від загальних трансформаторів за умови дотримання вимог **6.1.22**.

АВАРІЙНЕ ОСВІТЛЕННЯ

6.1.24 Аварійне освітлення забезпечує мінімально необхідні зорові умови для продовження роботи після припинення робочого освітлення. Аварійне освітлення розділяють на освітлення безпеки та евакуаційне. Світильники аварійного освітлення повинні відрізнятися від світильників робочого освітлення згідно з ДБН В.2.5-28.

Освітлення безпеки застосовують для продовження роботи під час аварійного тривалого вимкнення робочого освітлення.

Освітлення безпеки має створювати мінімальну освітленість на робочій поверхні, що становить 5 % від освітленості, яка нормується для робочого освітлення, але не меншу ніж 2 лк усередині споруд і не меншу ніж 1 лк – для території.

Евакуаційне освітлення має забезпечувати освітленість на підлозі головних проходів і на сходах, не меншу ніж 1 лк, від газорозрядних і світлодіодних ламп.

Живлення світильників аварійного освітлення у виробничих і громадських будівлях і на відкритих площах має бути незалежним від живлення світильників робочого освітлення і виконуватися: у разі двох вводів у будинок або споруду – від різних вводів, у разі одного вводу – самостійними лініями, починаючи від увідного розподільного пристрою.

6.1.25 Світильники і світлові показчики евакуаційного освітлення у виробничих будівлях з природним освітленням і в громадських та житлових будівлях приєднують до мережі, яку не пов'язано з мережею робочого освітлення (**6.1.24**).

6.1.26 Живлення світильників і світлових показчиків евакуаційного освітлення у виробничих будівлях без природного освітлення треба виконувати так само, як і живлення світильників освітлення безпеки (**6.1.24**).

У виробничих будівлях без природного освітлення в приміщеннях, де одночасно можуть перебувати 20 осіб і більше, незалежно від наявності освітлення безпеки передбачають евакуаційне освітлення основних проходів і установлення світлових показчиків «Вихід», які автоматично перемикаються в разі припинення їх живлення на третє незалежне або автономне зовнішнє або місцеве джерело (акумуляторна батарея, дизель-генераторна установка тощо), яке не використовують у нормальному режимі для живлення робочого освітлення.

У разі використання акумуляторної батареї як джерела стаціонарного резервного живлення її смінь має забезпечувати роботу систем сигналізації протягом доби в режимі «чергування» і не менше трьох годин – у режимі «тривога».

6.1.27 У разі віднесення всіх або частини світильників освітлення безпеки та евакуаційного освітлення до особливої групи першої категорії з надійності електропостачання необхідно виконувати додаткове живлення цих світильників від третього незалежного джерела.

6.1.28 Світильники евакуаційного освітлення, світлові показчики евакуаційних і (або) запасних виходів у будинках будь-якого призначення, які живляться в аварійному режимі від автономних джерел, у нормальному режимі можуть живитися від мереж будь-якого виду освітлення, які не вимикають під час функціонування будинку.

6.1.29 Згідно з ДБН В.2.5-28 у приміщеннях, в яких постійно перебувають люди або які призначено для постійного переміщення персоналу чи сторонніх осіб і в яких необхідне освітлення безпеки або евакуаційне освітлення, потрібно забезпечувати можливість увімкнення зазначених видів освітлення протягом усього часу, коли ввімкнено робоче освітлення, або освітлення безпеки і евакуаційне освітлення має вмикатися автоматично в разі аварійного вимкнення робочого освітлення.

6.1.30 Застосовувати для робочого освітлення, освітлення безпеки і (або) евакуаційного освітлення спільні групові щитки, а також установлювати апарати керування робочим освітленням, освітленням безпеки та (або) евакуаційним освітленням, за винятком апаратів допоміжних кіл (наприклад, сигнальних ламп, ключів керування), у загальних шафах не дозволено.

Дозволено виконувати живлення освітлення безпеки та евакуаційного освітлення від спільних щитів.

6.1.31 Використовувати мережі, які живлять силові електроприймачі, для живлення освітлення безпеки та евакуаційного освітлення у виробничих будівлях без природного освітлення не дозволено.

6.1.32 Дозволено замість стаціонарних світильників (будинки та приміщення без постійного перебування людей, будинки площею забудови, не більшою ніж 250 м²) застосовувати ручні освітлювальні прилади з акумуляторами або сухими елементами для тимчасового освітлення безпеки та евакуаційного освітлення.

ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ

6.1.33 Освітлювальні мережі треба виконувати відповідно до вимог глав 1.7, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 та 6.2–6.4 цих Правил, НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок», ДБН В.2.5-27-2006 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд» та вимог відповідних будівельних норм і правил.

Освітлювальні мережі дозволено виконувати з такими системами заземлення: TN-C-S, TN-S, TT та IT.

6.1.34 Переріз нейтральних провідників трифазних живильних і групових ліній з люмінесцентними лампами, лампами типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДНаТ у разі одночасного вимкнення всіх фазних проводів лінії слід вибирати таким:

- для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп з компенсованими пускорегулювальними апаратами, – який дорівнює фазному;

- для ділянок мережі, по яких протікає струм від ламп з некомпенсованими пускорегулювальними апаратами, – який дорівнює фазному, у разі перерізів фазних провідників, менших від 16 мм² або які дорівнюють 16 мм², – для мідних і 25 мм² – для алюмінієвих проводів і не менших ніж 50 % перерізу фазних провідників за більших перерізів, але не менших ніж 16 мм², – для мідних і 25 мм² – для алюмінієвих проводів.

6.1.35 Якщо трифазні освітлювальні живильні і групові лінії захищено запобіжниками або однополюсними автоматичними вимикачами за будь-яких джерел світла, переріз N-провідників слід брати таким, який дорівнює перерізу фазних провідників.

6.1.36 Захист освітлювальних мереж виконують відповідно до вимог глави 3.1 цих Правил з доповненнями, наданими в **6.1.37, 6.1.38, 6.2.10–6.2.12, 6.3.40, 6.4.10.**

Під час вибору струмів апаратів захисту необхідно враховувати пускові струми.

Апарати захисту та пускорегулювальні апарати по можливості розміщують групами в доступних для обслуговування місцях. Розосереджено встановлювати апарати захисту дозволено в разі живлення освітлення від шинопроводів (**6.2.7**).

6.1.37 Апарати захисту незалежно від вимог **6.2.7** і **6.2.8** у живильній освітлювальній мережі треба встановлювати на вводах у будинки.

6.1.38 Трансформатори, які використовують для живлення світильників напругою до 50 В, мають бути захищеними з боку високої напруги. Захист треба передбачати також на відхідних лініях низької напруги.

Якщо трансформатори живляться окремими групами від щитків і апарат захисту на щитку обслуговує не більше ніж три трансформатори, то встановлювати додаткові апарати захисту з боку високої напруги кожного трансформатора не обов'язково.

6.1.39 Установлювати запобіжники, автоматичні та неавтоматичні однополюсні вимикачі в *PEN*-, *PE*-провідниках у мережах із заземленою нейтраллю не дозволено.

ЗАХИСНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

6.1.40 Захисне заземлення установок електричного освітлення треба виконувати відповідно до вимог глави 1.7 цих Правил, а також до вимог, наведених у **6.1.41–6.1.50, 6.4.9** і НПАОП 40.1-1.32 та ДБН В.2.5-27.

6.1.41 Захисне заземлення металевих корпусів світильників загального освітлення з лампами типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДНаТ, ДКсТ із вмонтованими всередині світильника пускорегулювальними апаратами треба виконувати:

- у мережах із заземленою нейтраллю – шляхом приєднання до заземлювального гвинта корпусу світильника *PE*-провідника. Заземлювати корпус світильника шляхом відгалуження від *N*-провідника всередині світильника не дозволено;
- у мережах з ізолюваною нейтраллю, а також у мережах, які перемикаються на живлення від акумуляторної батареї, – шляхом приєднання захисного провідника до заземлювального гвинта корпусу світильника. У разі введення в світильник проводів, які не мають механічного захисту, захисний провідник має бути гнучким.

6.1.42 Захисне заземлення корпусів світильників загального освітлення з лампами типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДНаТ, ДКсТ і люмінесцентними лампами низького тиску з винесеними пускорегулювальними апаратами слід виконувати за допомогою перемички між заземлювальним гвинтом заземленого пускорегулювального апарата та заземлювальним гвинтом світильника.

6.1.43 Металеві відбивачі світильників з корпусами з ізолювальних матеріалів не заземлюють.

6.1.44 Захисне заземлення металевих корпусів світильників місцевого освітлення на напругу, вищу ніж 50 В, має задовольняти такі вимоги:

- якщо захисні провідники приєднують не до корпусу світильника, а до металевої конструкції, на якій світильник встановлено, то між цією конструкцією, кронштейном і корпусом світильника має бути надійне електричне з'єднання;

– якщо між кронштейном і корпусом світильника немає надійного електричного з'єднання, то його виконують за допомогою спеціально призначеного для цієї мети захисного провідника.

6.1.45 Захисне заземлення металевих корпусів світильників загального освітлення з будь-якими джерелами світла в приміщеннях як без підвищеної небезпеки, так і з підвищеною небезпекою та особливо небезпечних, у будівлях, а також адміністративно-конторських, лабораторних і інших приміщеннях виробничих підприємств (подібних за своїм характером до приміщень громадських будівель) треба здійснювати відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32 та ДБН В.2.5-27.

6.1.46 У приміщеннях без підвищеної небезпеки виробничих, житлових і громадських будівель за напруги, вищої ніж 50 В, треба застосовувати переносні світильники класу 1 за ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Групові лінії, які живлять штупсельні розетки, виконують відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32 та ДБН В.2.5-27; у цьому разі в мережах з ізолюваною нейтраллю захисний провідник слід підключати до заземлювача.

6.1.47 Захисні провідники в мережах із заземленою нейтраллю в групових лініях, які живлять світильники загального освітлення та штупсельні розетки (**6.1.45, 6.1.46**), *N* і *PE*-провідники підключати під загальний контактний затискач не дозволено.

6.1.48 Під час виконання захисного заземлення освітлювальних приладів зовнішнього освітлення треба виконувати приєднання залізобетонних і металевих опор, а також тросів до *PE*-провідника в мережах з ізолюваною нейтраллю і до *PEN*-провідника – у мережах із заземленою нейтраллю.

6.1.49 Під час установлення освітлювальних приладів зовнішнього освітлення на залізобетонних і металевих опорах електрифікованого міського транспорту в мережах із заземленою нейтраллю освітлювальні прилади та опори приєднують до *PEN*-провідника лінії.

6.1.50 У разі живлення зовнішнього освітлення повітряними лініями виконують захист від атмосферних перенапруг згідно з главою 2.4 цих Правил.

6.1.51 Під час виконання схем живлення світильників і штупсельних розеток треба керуватися вимогами з установлення ПЗВ, викладеними в НПАОП 40.1-1.32 та ДБН В.2.5-27.

6.1.52 Для установок зовнішнього освітлення (фасадів будинків, монументів тощо), зовнішньої світлової реклами та показчиків у системах заземлення TN-S рекомендовано застосовувати ПЗВ зі струмом спрацьовування до 30 мА; у цьому разі фонове значення струмів витоку повинне бути, принаймні, в три рази меншим від значення струму уставки спрацьовування ПЗВ за диференційним струмом.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 597

ГЛАВА 6.2

ВНУТРІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.2.1 Мінімально допустимі значення коефіцієнта потужності для світлотехнічних приладів потужністю до 25 Вт мають становити не менше ніж 0,8, для світлотехнічних приладів потужністю, більшою ніж 25 Вт, – не менше 0,9.

Мінімально допустимі значення коефіцієнтів корисної дії допоміжних електронних пристроїв для світлотехнічних пристроїв – світильників становлять:

- потужністю до 10 Вт – не менше ніж 70 % ;
- потужністю до 25 Вт – не менше ніж 75 % ;
- потужністю понад 25 Вт – не менше ніж 80 % .

Мінімально допустиме значення індексу кольоропередачі світлотехнічних пристроїв для внутрішнього освітлення становить 70.

Для ламп типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДНаТ можна застосовувати як групову, так і індивідуальну компенсацію реактивної потужності. За наявності техніко-економічних обґрунтувань допускається застосовувати вищезазначені лампи без пристрою компенсації реактивної потужності. За групової компенсації компенсувальні пристрої слід вимикати одночасно з вимиканням ламп.

6.2.2 Живлення світильника місцевого освітлення (з допомогою понижувального трансформатора або без нього) можна здійснювати шляхом відгалуження від силового кола механізму або верстата, для якого передбачено світильник.

У цьому разі окремий захисний апарат у освітлювальному колі можна не встановлювати, якщо захисний апарат силового кола має значення струму уставки, не більше ніж 25 А.

Відгалуження до світильників місцевого освітлення за напруги, вищої ніж 50 В, у межах робочого місця треба виконувати в жорстких кабельних трубопроводах і коробах, стійких до поширення полум'я.

6.2.3 Для виробничих приміщень, де виконують зорові роботи за I, II, III, IV, Va, і Vb розрядами згідно з ДБН В.2.5-28, застосовують систему комбінованого освітлення. У разі використання для загального освітлення газорозрядних ламп для зниження пульсацій світлового потоку необхідно передбачати їх рівномірне підключення на три фази мережі живлення.

У приміщеннях, де розміщено монітори персональних обчислювальних машин, коефіцієнт пульсацій освітленості в системі загального освітлення має бути не більше ніж 5 % . В інших виробничих приміщеннях допускається застосовувати коефіцієнт пульсацій, не більший ніж 10 % .

ЖИВИЛЬНА ОСВІТЛЮВАЛЬНА МЕРЕЖА

6.2.4 Живлення робочого освітлення рекомендовано виконувати по самостійних лініях від розподільних пристроїв підстанцій, щитів, шаф, розподільних пунктів, магістральних і розподільних шинопроводів.

6.2.5 Живлення робочого освітлення, освітлення безпеки та евакуаційного освітлення дозволено виконувати від загальних ліній з електросиловими установками або від силових розподільних пунктів (виняток **6.1.28**). У цьому разі вимоги до допустимих відхилень і коливань напруги в освітлювальній мережі слід виконувати відповідно до ГОСТ 13109.

6.2.6 Лінії мережі живлення робочого освітлення, освітлення безпеки та евакуаційного освітлення, а також лінії, які живлять ілюмінаційні установки та світлову рекламу, повинні мати в розподільних пристроях, від яких ці лінії відходять, самостійні апарати захисту та керування для кожної лінії.

Допускається встановлювати загальний апарат керування для кількох ліній одного виду освітлення або установок, які відходять від розподільного пристрою. Захист кожної лінії виконують окремим апаратом.

6.2.7 У разі застосування шинопроводів як ліній живлення освітлювальної мережі замість групових щитків можна використовувати окремі апарати захисту і керування для живлення груп світильників, приєднаних до шинопроводу. У цьому разі має бути забезпечено зручний і безпечний доступ до зазначених апаратів.

6.2.8 У місцях приєднання ліній живлення освітлювальної мережі до ліній живлення електросилових установок або до силових розподільних пунктів (**6.2.5**) необхідно встановлювати апарати захисту і керування.

У разі живлення освітлювальної мережі від силових розподільних пунктів, до яких безпосередньо приєднано силові електроприймачі, освітлювальну мережу підключають до ввідних затискачів цих пунктів.

ГРУПОВА МЕРЕЖА

6.2.9 Групові мережі освітлення можуть бути одно-, дво- та трифазними, залежно від їх довжини та кількості світильників, які приєднують до них.

Лінії групової мережі внутрішнього освітлення мають бути захищеними автоматичними вимикачами або запобіжниками.

6.2.10 Кожна групова лінія, як правило, повинна мати на фазу не більше ніж 20 світильників та/або штепсельних розеток.

До групових ліній, які живлять світлові карнизи, світлові стелі тощо із світильниками з люмінесцентними лампами потужністю до 80 Вт, рекомендується приєднувати до 60 ламп на фазу; для ліній, які живлять світильники з люмінесцентними лампами потужністю до 40 Вт, – до 75 ламп на фазу, з люмінесцентними лампами потужністю до 20 Вт – до 100 ламп на фазу.

У виробничих, громадських будівлях і житлових будинках до однофазних груп освітлення технічних підвалів і горищ допускається приєднувати до 60 ламп розжарювання потужністю до 60 Вт кожна.

Світильники з світлодіодними або іншими лампами, які приєднані до однієї групової лінії із захисним апаратом, не повинні викликати хибне спрацьовування захисного апарату від дії пускових струмів у разі їх одночасного вмикання. Найбільша допустима кількість таких джерел світла $N_{\max}$ не повинна перевищувати

$$N_{\max} \leq \frac{K \cdot K_k \cdot I_n}{I_{\text{peak}}},$$

де K – коефіцієнт кривої спрацьовування автоматичного вимикача, який згідно з ДСТУ ІЕС 60898-2 «Вимикачі автоматичні для захисту від надструмів побутового та аналогічного устаткування. Частина 2. Вимикачі постійного та змінного струму (ІЕС 60898-2:2003, ІДТ)» набуває значень 3; 5; 10; 10 і 2 для ампер-секундних захисних характеристик В, С, D, К і Z типів відповідно;

K_k – коефіцієнт нерозчіплювання, який відповідно до ДСТУ ІЕС 60898-1 «Устаткування електричне допоміжне. Автоматичні вимикачі для захисту від надструмів побутового та аналогічного призначення. Частина 1. Вимикачі змінного струму (ІЕС 60898-1:2003, ІДТ)» за тривалості імпульсу пускового струму $\Delta t = 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5$ мс набуває значень 27,0; 16,2; 9,0; 6,5; 5,2 відповідно;

I_n – струмова уставка електромагнітного розчіплювача автоматичного вимикача, А;

I_{peak} – пусковий (стартовий) струм одного джерела світла, який визначають за даними виробника.

Дозволено приймати найбільшу допустиму кількість джерел світла із значними пусковими струмами, які приєднано до однієї групи, за рекомендаціями виробника.

6.2.11 На початку кожної групової лінії, у тому числі ліній, які живляться від шинопроводів, слід установлювати апарати захисту у всіх фазних провідниках. Установлювати апарати захисту в *PEN*- і *PE*-провідниках не дозволено.

6.2.12 *N*-провідники групових ліній, у разі застосування металевих труб, необхідно прокладати разом з фазними провідниками в одній трубі, а в разі застосування кабелів або багатожильних проводів – розміщувати в спільну оболонку з фазними провідниками.

6.2.13 Прокладати проводи та кабелі групових ліній робочого освітлення разом з груповими лініями освітлення безпеки та евакуаційного освітлення не рекомендовано. Дозволено їх сумісне прокладання на одному монтажному профілі, в одному коробі, лотку, а також у корпусах і штангах світильників за умови, що вжито спеціальних заходів, які унеможливають пошкодження проводів освітлення безпеки та евакуаційного освітлення в разі несправності проводів робочого освітлення.

6.2.14 Живлення світильників робочого освітлення, освітлення безпеки або евакуаційного освітлення допускається виконувати від різних фаз одного трифазного шинопроводу за умови, що до нього буде прокладено самостійні лінії для робочого освітлення, освітлення безпеки або евакуаційного освітлення.

6.2.15 На опорну поверхню з горючих матеріалів дозволено встановлювати світильники, які промарковано символом  за ГОСТ 17677-82 «Светильники. Общие технические условия». У разі відсутності такого символу місця прилягання світильника до опорної поверхні повинні мати прокладку з негорючого матеріалу.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 597

ГЛАВА 6.3 ЗОВНІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ

ДЖЕРЕЛА СВІТЛА, УСТАНОВЛЕННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ І ОПОР

6.3.1 Для зовнішнього освітлення можна використовувати будь-які джерела світла (6.1.14).

Для охоронного освітлення територій підприємств, якщо охоронне освітлення вмикається автоматично від дії охоронної сигналізації, газорозрядні лампи застосовувати не дозволено.

6.3.2 Освітлювальні прилади зовнішнього освітлення (світильники, прожектори) можна встановлювати на спеціально призначених для такого освітлення опорах, а також на опорах повітряних ліній до 1 кВ, опорах контактної мережі електрифікованого міського транспорту всіх видів струмів напругою до 600 В, стінах і перекриттях будівель і споруд, щоглах (у тому числі щоглах блискавковідводів, які стоять окремо), технологічних естакадах, площадках технологічних установок і димових труб, парапетах та огороженнях мостів і транспортних естакад, на металевих, залізобетонних та інших конструкціях будівель і споруд незалежно від відмітки їх розташування, можна підвішувати їх на тросах, укріплених на стінах будівель, та опорах, а також встановлювати на рівні землі та нижче.

У разі необхідності розміщення освітлювальних приладів на існуючих будівлях (спорудах), допустимі вагові навантаження від них та схеми їх розміщення погоджують з проектувальником будівлі (споруди) або відповідальним виконавцем окремих видів робіт, пов'язаних із створенням об'єктів архітектури, який має відповідний кваліфікаційний сертифікат.

6.3.3 Під час вибору місця розміщення і висоти встановлення освітлювального приладу зовнішнього освітлення враховують необхідність безпечного і зручного доступу до них для обслуговування.

Світильники зовнішнього освітлення на опорах ПЛ до 1 кВ встановлюють:

- за умови обслуговування світильників з телескопічних вишок з ізолювальною ланкою – як правило, вище від проводів ПЛ або на рівні нижчих проводів ПЛ у разі розміщення світильників і проводів ПЛ з різних боків опори. Відстань по горизонталі від світильника до найближчого проводу ПЛ має бути не меншою ніж 0,6 м;
- за умови обслуговування світильників з використанням інших засобів – нижче від проводів ПЛ. Відстань по вертикалі від світильника до проводу ПЛ (у

просвіті) повинна бути не менше ніж 0,2 м, відстань по горизонталі від світильника до опори (у просвіті) – не більше ніж 0,4 м.

6.3.4 У разі підвішування світильників на тросах потрібно вживати заходів для запобігання розгойдуванню світильників під дією вітру.

6.3.5 Над проїзною частиною вулиць, доріг і площ світильники встановлюють на висоті, не меншій ніж 6,5 м.

Над контактною мережею трамвая світильники треба встановлювати на висоті, не меншій ніж 8 м до головки рейки, над контактною мережею тролейбуса – на висоті, не меншій ніж 9 м від рівня проїзної частини. Відстань по вертикалі від проводів ліній вуличного освітлення до поперечок контактної мережі або підвішених до поперечок ілюмінаційних гірлянд має бути не менше ніж 0,5 м.

6.3.6 Над бульварами та пішохідними доріжками світильники встановлюють на висоті, не меншій ніж 3 м.

Найменша висота встановлення освітлювальних приладів для освітлення газонів і фасадів будинків і споруд та для декоративного освітлення не обмежується за умови, що буде дотримано вимоги **6.1.18**.

Установлювати освітлювальні прилади в приямках, нижчих від рівня землі, дозволено за наявності дренажних або інших аналогічних пристроїв для видалення води з приямків.

6.3.7 Для освітлення транспортних розв'язок, міських та інших площ світильники можна встановлювати на опорах висотою 20 м і більше за умови гарантованого здійснення заходів безпеки їх обслуговування (наприклад, опускання світильників, улаштування площадок, використання вишок тощо).

6.3.8 Опори установок освітлення площ, вулиць, доріг в межах населених пунктів слід розташовувати відповідно до вимог ДБН В.2.3-5-2001 «Вулиці та дороги населених пунктів», а опори освітлення доріг загального користування – відповідно до вимог ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво».

На територіях промислових підприємств відстань від опори зовнішнього освітлення до проїзної частини рекомендовано витримувати не меншою ніж 1 м. Допускається зменшувати цю відстань до 0,6 м.

6.3.9 Опори освітлення вулиць і доріг, які мають роздільні смуги шириною 4 м і більше, можна встановлювати в центрі цих смуг.

6.3.10 На вулицях і дорогах, які мають кювети, допускається встановлювати опори за кюветом, якщо відстань від опори до найближчої межі проїзної частини не перевищує 4 м.

Опору не можна встановлювати між пожежним гідрантом і проїзною частиною.

6.3.11 Опори на перетинах і примиканнях вулиць і доріг рекомендовано встановлювати на відстані, не меншій ніж 1,5 м від початку закруглення тротуарів, не порушуючи лінії встановлювання опор.

6.3.12 Опори для світильників освітлення алеї і пішохідних доріг треба встановлювати за межами пішохідної частини.

6.3.13 Світильники на вулицях і дорогах з рядковим насадженням дерев необхідно встановлювати поза кронами дерев на подовжених кронштейнах, спрямованих у бік проїзної частини вулиці, або використовувати тросове підвішування світильників.

ЖИВЛЕННЯ УСТАНОВОК ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

6.3.14 Живлення установок зовнішнього освітлення можна виконувати безпосередньо від трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів та ввідно-розподільних пристроїв (ВРП) або спеціальних трансформаторів, якщо це рішення обґрунтоване техніко-економічними розрахунками. Освітлювальні мережі зазвичай виконують із системою заземлення TN-C.

6.3.15 Для живлення світильників вуличного освітлення, а також зовнішнього освітлення промислових підприємств зазвичай потрібно прокладати самостійні лінії. Живлення таких світильників дозволено виконувати від додатково прокладених для цього фазних провідників, і PEN-провідника повітряної лінії електричної мережі міста, населеного пункту, промислового підприємства.

6.3.16 Освітлювальні установки міських транспортних і пішохідних тунелів, доріг і площ категорії А за надійністю електропостачання відносяться до другої категорії, решта зовнішніх освітлювальних установок – до третьої категорії.

6.3.17 Живлення світильників для освітлення територій мікрорайонів виконують безпосередньо від пунктів живлення зовнішнього освітлення або від мереж вуличного освітлення, які проходять поблизу (крім мереж вулиць категорії А), залежно від прийнятої в населеному пункті системи експлуатації. Живлення світильників зовнішнього освітлення територій дитячих ясел-садків, загальноосвітніх шкіл, шкіл-інтернатів, лікарень, госпіталів, санаторіїв, пансіонатів, будинків відпочинку, дитячих таборів дозволено виконувати кабелем як від увідних пристроїв цих будинків або трансформаторних підстанцій, так і від найближчих розподільних мереж зовнішнього освітлення за умови дотримання вимог 6.5.27.

6.3.18 Живлення освітлення відкритих технологічних установок, відкритих виробничих площадок, відкритих естакад, складів та інших відкритих об'єктів при виробничих будівлях дозволено виконувати від мереж внутрішнього освітлення будівель, до яких ці об'єкти належать.

6.3.19 Живлення світильників охоронного освітлення зазвичай виконують по самостійних лініях.

6.3.20 Живлення освітлювальних приладів під'їздів до протипожежних гідрантів, водоймищ тощо виконують від фаз нічного режиму мережі зовнішнього освітлення.

6.3.21 Світильники, установлені біля входів у будинки, рекомендовано приєднувати до групової мережі внутрішнього освітлення і в першу чергу – до мережі освітлення безпеки або евакуаційного освітлення, яке вмикають одночасно з робочим освітленням.

6.3.22 В установках зовнішнього освітлення світильники з газорозрядними джерелами світла повинні мати індивідуальну компенсацію реактивної потужності. Коефіцієнт потужності повинен бути не нижче ніж 0,85.

6.3.23 У разі застосування прожекторів з газорозрядними джерелами світла допускається групова компенсація реактивної потужності, за якої необхідно забезпечувати вимикання компенсувальних пристроїв одночасно з вимиканням компенсувальних установок, реактивну потужність яких вони компенсують.

ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТ МЕРЕЖ ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

6.3.24 Мережі зовнішнього освітлення необхідно виконувати кабельними або повітряними лініями з використанням самоутримних ізольованих проводів.

6.3.25 По опорах контактної мережі електрифікованого транспорту напругою до 660 В постійного струму, на яких встановлено освітлювальні прилади для зовнішнього освітлення, для їх живлення дозволено прокладати кабельні лінії або самоутримні ізольовані проводи.

6.3.26 Повітряні лінії зовнішнього освітлення виконують відповідно до вимог глави 2.4 цих Правил.

Перетини ліній з вулицями та дорогами за довжини прогонів, не більшої ніж 40 м, дозволено виконувати без застосування анкерних опор і подвійного кріплення проводів.

6.3.27 У разі використання наявних опор, що належать електромережним організаціям, які не займаються експлуатацією зовнішнього освітлення, фазні проводи мережі зовнішнього освітлення допускається розташовувати нижче *PEN*-провідників мережі загального користування за умови їх виконання самоутримними ізольованими проводами.

6.3.28 У місцях, де кабельні лінії переходять у повітряні, рекомендовано передбачати вимикальні пристрої, які встановлюють на опорах на висоті, не меншій ніж 2,5 м. Установлювати вимикальні пристрої не треба у місцях виходів кабелю з пунктів живлення зовнішнього освітлення на опори, у місцях перетину кабелем доріг, а також у місцях проходження кабелю через перешкоди. Висота підвішування повітряних ліній в місцях перетину з контактною мережею тролейбуса має бути не менше ніж 10,5 м від рівня дорожнього покриття, а відстань від проводів освітлення до конструкції кріплення контактної мережі – не менше ніж 1,5 м.

6.3.29 З метою резервування розподільних кабельних ліній або ліній, які виконують самоутримними ізольованими проводами, між крайніми світильниками сусідніх відрізків для освітлення магістральних вулиць міст рекомендовано передбачати перемички (резервні кабельні лінії), які нормально вимикаються.

Під час застосування зазначених перемичок, у разі відхилення від вимог **6.1.22**, зниження напруги на освітлювальних приладах допускається збільшувати до 10 % номінального.

6.3.30 Повітряні лінії зовнішнього освітлення виконують без урахування резервування, а їх проводи можуть бути різного перерізу вздовж лінії.

6.3.31 Відгалуження до світильників від кабельних ліній зовнішнього освітлення виконують зазвичай без розрізування жил кабелю. Відгалуження необхідно захищати індивідуальними запобіжниками або автоматичними вимикачами, якщо захисний апарат обслуговує понад 20 світильників на фазу.

Під час прокладання зазначених кабельних ліній на інженерних спорудах треба передбачати заходи для зручності влаштування відгалужень від кабельних ліній до опори та можливість заміни кабелю відрізками.

6.3.32 Уведення кабелю в опори має обмежуватися цоколем опори. Цоколі повинні мати розміри, достатні для розміщення в них кабельних розгалужень і запобіжників або автоматичних вимикачів, які встановлюють на відгалуженнях

до освітлювальних приладів, і бути обладнаними дверцятами із замком для обслуговування.

Допускається використовувати спеціальні ящики вводів, які встановлюють на опорах.

6.3.33 Електропроводку всередині опор зовнішнього освітлення виконують ізольованими проводами в захисній оболонці або кабелями. Всередині сумісних опор зовнішнього освітлення та контактних мереж електрифікованого міського транспорту використовують кабелі з ізоляцією на напругу, не меншу ніж 660 В.

6.3.34 Лінії, що живлять світильники, підвішені на тросах, виконують кабелями, які прокладають за допомогою тросів; самоутримними ізольованими проводами з дотриманням вимог розділу 2 цих Правил.

6.3.35 Троси для підвішування світильників і живильних ліній мережі допускається кріпити до конструкцій будинків. При цьому троси повинні мати амортизатори.

У разі необхідності розміщення освітлювальних приладів на існуючих будівлях (спорудах) допустимі вагові навантаження від них та схеми їх розміщення погоджують з проектувальником будівлі (споруди) або відповідальним виконавцем окремих видів робіт, пов'язаних із створенням об'єктів архітектури, який має відповідний кваліфікаційний сертифікат.

6.3.36 У мережах зовнішнього освітлення, які живлять освітлювальні прилади з розрядними лампами, в однофазних колах переріз *PEN*-провідників має дорівнювати фазному.

У трифазних мережах за одночасного вимикання усіх фазних проводів лінії переріз *PEN*-провідників вибирають згідно з **6.1.30**.

6.3.37 Лінії, які живлять прожектори, світильники та інше електрообладнання, установлюване на конструкціях з блискавковідводами відкритих розподільних пристроїв напругою, вищою ніж 1 кВ, прокладають відповідно до вимог глави 4.2 цих Правил.

6.3.38 Коефіцієнт попиту під час розрахунку мережі зовнішнього освітлення приймають таким, що дорівнює 1,0.

6.3.39 На лініях зовнішнього освітлення, які мають понад 20 світильників на фазу, відгалуження до кожного світильника треба захищати індивідуальними запобіжниками або автоматичними вимикачами.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 597

ГЛАВА 6.4

СВІТЛОВА РЕКЛАМА, ЗНАКИ ТА ІЛЮМІНАЦІЯ

6.4.1 Джерелами світла для світлової реклами, знаків та ілюмінації можуть бути світлодіодні, газосвітні панелі, трубки та світильники.

Для живлення газосвітних трубок слід застосовувати сухі трансформатори в металевому кожусі, які мають вторинну напругу, не більшу ніж 15 кВ. Трансформатори мають тривалий час витримувати роботу за короткого замикання в колі вторинної обмотки.

Відкриті струмовідні частини трансформаторів мають бути віддаленими від горючих матеріалів і конструкцій на відстань, не меншу ніж 50 мм.

6.4.2 Трансформатори для живлення газосвітних трубок установлюють, за можливості, у безпосередній близькості від трубок, які вони живлять, у місцях, не доступних для сторонніх осіб, або в металевих ящиках, сконструйованих таким чином, щоб під час відкривання їх трансформатор можна було вимикати з боку первинної напруги. Ящики рекомендовано використовувати як конструктивну частину самих трансформаторів.

6.4.3 У загальному ящику з трансформатором допускається встановлювати блокувальне та компенсувальне обладнання, а також апарати первинної напруги за умови надійного автоматичного вимкнення трансформатора від мережі за допомогою блокувального пристрою, який спрацьовує під час відкривання ящика.

6.4.4 Магази́ни та поді́бні до них ві́трини, в яких змонтовано частини високої напруги газосвітного обладнання, мають бути обладнаними блоківкою, яка спрацьовує лише в разі вимкнення установки з боку первинної напруги під час відкривання вітрин, тобто якщо вітрину закрито, то напругу на обладнання персонал має подавати вручну.

6.4.5 Усі частини газосвітного обладнання, розташовані поза вітринами, які обладнано блоківкою, треба розміщувати на висоті, не меншій ніж 3 м над рівнем землі і не меншій ніж 0,5 м – від поверхні площадок обслуговування, дахів і інших будівельних конструкцій.

6.4.6 Доступи для сторонніх осіб до частин газосвітного обладнання, які перебувають під напругою, необхідно огорожувати відповідно до глави 4.2 цих Правил і забезпечувати попереджувальними плакатами.

6.4.7 Відкриті струмовідні частини газосвітних трубок мають бути віддаленими від металевих конструкцій або частин будинку на відстань, не меншу ніж 20 мм, а ізольовані частини – на відстань, не меншу ніж 10 мм.

6.4.8 Відстань між відкритими струмовідними частинами газосвітних трубок, які перебувають під різними потенціалами, має бути не менше ніж 50 мм.

6.4.9 Відкриті струмовідні частини газосвітної установки зі сторони вищої напруги, а також один із виводів або середня точка вторинної обмотки трансформаторів, яка живить газосвітні трубки, приєднують до *PE*- або *PEN*-провідника.

6.4.10 Трансформатори або групу трансформаторів, які живлять газосвітні трубки, вимикають з боку первинної напруги за допомогою апарата з видимим розривом, а також захищають за допомогою апарата, розрахованого на номінальний струм трансформатора.

Для вимкнення трансформаторів допускається застосовувати пакетні вимикачі з фіксуючим положенням рукоятки.

6.4.11 Електроди газосвітних трубок у місцях приєднання проводів не повинні піддаватися натягу.

6.4.12 Мережу з боку вищої напруги установок рекламного освітлення виконують ізольованими проводами, які мають напругу випробовування, не меншу ніж 15 кВ. У місцях, доступних для механічного впливу або дотику, ці проводи прокладають у сталевих трубах, коробах та інших механічно міцних конструкціях з негорючих матеріалів.

Для перемичок між окремими електродами, які мають довжину, не більшу ніж 0,4 м, допускається застосовувати неізовані проводи за умови дотримання між ними відстані за **6.4.7**.

6.4.13 Рекламні установки на вулицях, дорогах і площах, колір яких збігається з кольором сигналів світлофорів, необхідно розміщувати на висоті, не меншій ніж 8 м від поверхні дороги.

6.4.14 Світлові покажчики, світлові дорожні знаки, світильники для підсвічування дорожніх знаків і світильники для освітлення сходових кліток і зон виходів пішохідних тунелів треба приєднувати до фаз нічного режиму зовнішнього освітлення (виняток за **6.4.16**).

Інформаційні світлові табло та покажчики напрямку руху пішоходів у пішохідних тунелях повинні бути ввімкненими цілодобово.

6.4.15 Живлення світлових покажчиків розташування пожежних гідрантів, водоймищ тощо треба виконувати від фаз нічного режиму мережі зовнішнього освітлення або від мережі найближчих будинків.

6.4.16 Приєднувати до мереж освітлення вулиць і доріг світильники номерних знаків будинків і вітрин не дозволено.

6.4.17 Живлення установок світлової реклами, архітектурного освітлення будинків зазвичай виконують по самостійних лініях – розподільних або від мережі будинків. Дозпускається застосовувати установки потужністю, не більшою ніж 2 кВт на фазу, за наявності резерву потужності мережі.

Лінія повинна мати захисний пристрій автоматичного вимикання живлення відповідно до вимог глави 1.7 цих Правил.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 597

ГЛАВА 6.5

КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

6.5.1 Керування зовнішнім освітленням треба здійснювати незалежним від керування внутрішнім освітленням відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.5-37:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з проектування, монтажування та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями і спорудами».

6.5.2 У містах і населених пунктах, на промислових підприємствах необхідно передбачати централізоване керування зовнішнім освітленням (див. також **6.5.25, 6.5.28, 6.5.29**). Централізоване керування рекомендовано здійснювати також для загального освітлення великих виробничих приміщень (площею в кілька тисяч квадратних метрів) і окремих приміщень громадських будинків.

Способи та технічні засоби для системи централізованого керування зовнішнім і внутрішнім освітленням визначають на основі техніко-економічних обґрунтувань.

6.5.3 Системи керування зовнішнім освітленням у містах обладнують централізованим керуванням або дистанційним телекеруванням, при цьому у пункті керування передбачають контроль стану (рівня) освітленості. У разі використання в системах централізованого керування зовнішнім і внутрішнім освітленням засобів телемеханіки треба дотримуватися вимог глави 3.3 цих Правил.

6.5.4 Централізоване керування освітленням рекомендовано здійснювати:

- зовнішнім освітленням промислових підприємств – із пункту керування електропостачанням підприємства, а за його відсутності – із місця, де перебуває електротехнічний персонал;
- зовнішнім освітленням міст і населених пунктів – із пункту керування зовнішнім освітленням;
- внутрішнім освітленням – із приміщення, в якому перебуває електротехнічний персонал.

6.5.5 Живлення пристроїв централізованого керування зовнішнім і внутрішнім освітленням рекомендовано передбачати від двох незалежних джерел.

Живлення децентралізованих пристроїв керування допускається виконувати від ліній, які живлять освітлювальні установки.

6.5.6 У системах централізованого керування зовнішнім і внутрішнім освітленням передбачають автоматичне ввімкнення освітлення у випадках аварійного вимкнення живлення основного кола або кола керування та наступне відновлення живлення.

6.5.7 У разі автоматичного керування зовнішнім і внутрішнім освітленням, наприклад, залежно від освітленості, створюваної природним світлом, передбачають можливість ручного керування освітленням без використання засобів автоматики.

6.5.8 Для керування внутрішнім і зовнішнім освітленням можна використовувати апарати керування, які встановлюють у розподільних пристроях підстанцій, розподільних пунктах живлення, увідних розподільних пристроях, групових щитках.

6.5.9 У разі централізованого керування внутрішнім і зовнішнім освітленням передбачають контроль положення комутаційних апаратів (увімкнено, вимкнено), які встановлюють у колі живлення освітлення.

У каскадних схемах централізованого керування зовнішнім освітленням рекомендовано передбачати контроль увімкненого (вимкненого) стану комутаційних апаратів, які встановлюють у колі живлення освітлення. В один каскад допускається вмикати до 15 пунктів живлення в кабельних мережах і до 10 пунктів живлення в повітряно-кабельних мережах.

У каскадних контрольованих схемах централізованого керування зовнішнім освітленням (**6.1.11, 6.5.29**) допускається не більше двох неконтрольованих пунктів живлення.

КЕРУВАННЯ ВНУТРІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ

6.5.10 У разі живлення освітлення будинків від підстанцій і мереж, розташованих поза цими будинками, у кожному ввідному пристрої в будинок установлюють апарат керування.

6.5.11 У разі живлення від однієї лінії чотирьох і більше групових щитків, якщо груп 6 і більше, на вводі до кожного щитка рекомендовано встановлювати апарат керування.

6.5.12 У приміщеннях, які мають зони з різними умовами природного освітлення та неоднаковими режимами роботи, передбачають роздільне керування освітленням зон.

6.5.13 Вимикачі світильників, установлених у приміщеннях з несприятливими умовами середовища, рекомендовано виносити в суміжні приміщення з кращими умовами середовища.

Вимикачі світильників душових і роздягалень при них, гарячих цехів, їдалень установлюють поза цими приміщеннями.

6.5.14 У довгих приміщеннях з кількома входами, які відвідує виробничий (електротехнічний) персонал (наприклад, кабельні, теплофікаційні, водопровідні тунелі), рекомендовано передбачати керування освітленням від кожного входу або частини входів.

6.5.15 У приміщеннях з чотирма та більше світильниками, які не мають освітлення безпеки та евакуаційного освітлення, світильники рекомендовано розподіляти не менше ніж на дві самостійно керовані групи.

6.5.16 Керування освітленням безпеки та евакуаційним освітленням можна виконувати: із групових щитків; із розподільних пунктів; із ввідних розподільних пристроїв; із розподільних пристроїв підстанцій; централізовано з пунктів керування освітленням із використанням системи централізованого керування. При цьому апарати керування мають бути доступними лише для електротехнічного персоналу.

6.5.17 Керування світильниками місцевого освітлення треба виконувати індивідуальними вимикачами, які входять до конструктивної частини світильника або які розташовано в стаціонарній частині електропроводки. За напруги до 50 В для керування світильниками допускається використовувати штепсельні розетки.

КЕРУВАННЯ ЗОВНІШНІМ ОСВІТЛЕННЯМ

6.5.18 Система керування зовнішнім освітленням має забезпечувати його вимкнення протягом часу, не більшого ніж 3 хв.

Керування зовнішнім освітленням рекомендовано здійснювати з обмеженої кількості місць.

6.5.19 Для невеликих промислових підприємств і населених пунктів керування зовнішнім освітленням дозволено здійснювати комутаційними апаратами, які встановлюють на лініях живлення освітлення, за умови забезпечення доступу електротехнічного персоналу до цих апаратів.

6.5.20 Централізоване керування зовнішнім освітленням міст і населених пунктів рекомендовано здійснювати:

- телемеханічним – за кількості мешканців понад 50 тис.;
- телемеханічним або дистанційним – за кількості мешканців від 20 до 50 тис.;
- дистанційним – за кількості мешканців до 20 тис.

6.5.21 У разі централізованого керування зовнішнім освітленням промислових підприємств необхідно забезпечувати можливість місцевого керування освітленням.

6.5.22 Керування освітленням відкритих технологічних установок, відкритих складів та інших об'єктів при виробничих будівлях, освітлення яких живиться від мереж внутрішнього освітлення, рекомендовано здійснювати з цих будівель або централізовано.

6.5.23 Керування зовнішнім освітленням міста здійснюють від одного центрального диспетчерського пункту. У великих містах, території яких розділено водними, лісовими або іншими природними перешкодами рельєфу місцевості, можна передбачати районні диспетчерські пункти.

Між центральним і районним диспетчерськими пунктами необхідно мати прямий телефонний зв'язок.

6.5.24 Для зниження освітлення вулиць і площ міст у нічний час необхідно передбачати можливість вимкнення частини світильників. При цьому вимикати два суміжні світильники не допускається.

6.5.25 Перемикання освітлення пішохідних тунелів з денного режиму на вечірній і нічний або з нічного на денний треба виконувати одночасно з увімкненням чи вимкненням зовнішнього освітлення.

6.5.26 Для пішохідних і транспортних тунелів потрібно передбачати роздільне керування світильниками денного та вечірньо-нічного режимів роботи тунелів. Для пішохідних тунелів, крім цього, необхідно забезпечувати можливість місцевого керування. Денний режим освітлення транспортних тунелів встановлюють за природної освітленості понад 100 лк за допомогою фотоавтоматичних пристроїв, налаштованих на заданий рівень освітленості.

6.5.27 Керування освітленням територій шкіл-інтернатів, готелів, лікарень, госпіталів, санаторіїв, пансіонатів, будинків відпочинку, парків, садів, стадіонів, виставок тощо рекомендовано здійснювати дистанційно від системи керування

зовнішнім освітленням населеного пункту. При цьому необхідно забезпечувати можливість місцевого керування.

У разі живлення освітлення зазначених об'єктів від мереж внутрішнього освітлення будинків місцеве керування зовнішнім освітленням можна здійснювати з цих будинків.

6.5.28 Керування світловим огородженням висотних споруд (щогли, димові труби тощо) рекомендовано передбачати з об'єктів, до яких ці споруди належать.

6.5.29 Централізоване керування мережами зовнішнього освітлення міст, населених пунктів і промислових підприємств здійснюють шляхом використання комутаційних апаратів, установлених у пунктах живлення зовнішнього освітлення.

Керування комутаційними апаратами в мережах зовнішнього освітлення міст і населених пунктів рекомендовано здійснювати зазвичай шляхом каскадного (послідовного) їх увімкнення.

У повітряно-кабельних мережах допускається вмикати в один каскад до 10 пунктів живлення, а в кабельних – до 15 пунктів живлення мережі вуличного освітлення.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 22 серпня 2014 р. № 597

ГЛАВА 6.6

ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ТА ЕЛЕКТРОУСТАНОВЛЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

6.6.1 Освітлювальні прилади потрібно встановлювати таким чином, щоб забезпечувався доступ до місця їхнього монтажу і безпечного обслуговування з використанням, за необхідності, інвентарних технічних засобів.

У виробничих приміщеннях, обладнаних мостовими кранами, які використовують для безперервного виробничого процесу, а також у безкранових прогонах, в яких доступ до світильників за допомогою підлогових і інших пересувних засобів є неможливим або утрудненим, установлювати світильники та інше обладнання і прокладати електричні мережі можна на спеціальних стаціонарних містках, які виконують із негорючих матеріалів. Ширина містків має бути не менше ніж 0,6 м. На містках треба установлювати огороження висотою не менше ніж 1 м. У приміщеннях з важкими умовами, особливо в цехах металургійних підприємств, доцільно використовувати світильники з газорозрядними лампами типу ДРІ і ДНаТ із вбудованою апаратурою керування, високим ступенем захисту та світильники, обладнані елементами, які запобігають забрудненню зовнішньої поверхні захисного скла, і фільтрами, які захищають внутрішню поверхню відбивача від забруднення.

У громадських будівлях за неможливості використання інших засобів і способів доступу до світильників допускається споруджувати такі містки.

6.6.2 Світильники, які обслуговують зі стаціонарних драбин або з приставних драбин, установлюють на висоті, не більшій ніж 5 м (до низу світильника) над рівнем підлоги. Розташовувати світильники над великим обладнанням, прямками і в інших місцях, де неможливо встановити драбину, не допускається.

6.6.3 Світильники, які застосовують в установках, що піддаються вібраціям і струсам, повинні мати конструкції, які унеможливають самовідгвинчування ламп або їх випадання. Допускається встановлювати світильники із застосуванням амортизуючих пристроїв.

6.6.4 Для підвісних світильників загального освітлення допускається влаштовувати звиси довжиною не більше ніж 1,5 м. За більшої довжини звисів треба вживати заходи для обмеження розгойдування світильників.

6.6.5 У вибухонебезпечних зонах усі стаціонарно встановлені освітлювальні прилади жорстко закріплюють, щоб не допускати розгойдування.

У разі застосування у вибухонебезпечних зонах щільних світловодів слід дотримуватися вимог НПАОП 40.1-1.32 та ДБН В.2.5-27.

Для приміщень, віднесених до пожежонебезпечних зон II–IIa, використовують світильники з розсіювачами з негорючих матеріалів у вигляді суцільного силікатного скла.

6.6.6 Для забезпечення можливості обслуговування освітлювальних приладів їх допускається установлювати на поворотних пристроях за умови жорсткого кріплення їх до цих пристроїв і підведення живлення гнучким кабелем з мідними жилами.

6.6.7 Для освітлення транспортних тунелів у містах і на автомобільних шляхах рекомендовано застосовувати світильники зі ступенем захисту IP65.

6.6.8 Світильники місцевого освітлення треба закріплювати жорстко або так, щоб після переміщення вони стійко зберігали своє положення.

6.6.9 Пристосування для підвішування світильників протягом 10 хв мають витримувати без пошкодження та залишкових деформацій прикладене до них навантаження, яке дорівнює п'ятиразовій масі світильника, а для складних багатолампових люстр масою понад 25 кг – навантаження, яке дорівнює дворазовій масі люстри плюс 80 кг.

6.6.10 У стаціонарно встановлених світильниках гвинтові струмовідні гільзи патронів для ламп з гвинтовими цоколями в мережах із заземленою нейтраллю приєднують до *N*-провідника.

Якщо патрон має неструмовідну гвинтову гільзу, *N*-провідник приєднують до контакту патрона, з яким з'єднують гвинтовий цоколь лампи.

6.6.11 У магазинних вітринах допускається застосовувати світильники з галогенними лампами потужністю не більше ніж 100 Вт.

Застосовувати лампи розжарювання дозволено в окремих випадках, якщо використання розрядних ламп неможливе або недоцільне (**6.1.14**).

6.6.12 Проводи треба вводити в освітлювальну арматуру таким чином, щоб у місці введення вони не піддавалися механічним пошкодженням, а контакти патронів було розвантажено від механічних зусиль.

6.6.13 З'єднувати проводи всередині кронштейнів, підвісів або труб, за допомогою яких установлюють освітлювальну арматуру, не дозволено. З'єднувати проводи треба в місцях, доступних для контролю, наприклад, в основах кронштейнів, у місцях введення проводів у світильники.

6.6.14 Освітлювальну арматуру допускається підвішувати на живильних проводах, якщо їх для цього призначено і виготовлено за спеціальними технічними умовами.

6.6.15 У разі застосування освітлювальної арматури загального освітлення, яка має клемні затискачі для приєднання живильних провідників, проводи і кабелі допускається приєднувати як з мідними, так і алюмінієвими жилами.

Для освітлювальної арматури, яка не має клемних затискачів і якщо провідники, які вводять в арматуру, безпосередньо приєднують до контактних затискачів лампових патронів, застосовують проводи або кабелі з мідними жилами перерізом, не меншим ніж 0,5 мм², усередині будинків і 1 мм² – поза будинками. При цьому в арматурі для ламп типів ДРЛ, ДРІ, ДРІЗ, ДНаТ необхідно застосовувати проводи з ізоляцією, яка допускає температуру їхнього нагрівання, не меншу ніж 100 °С.

Проводи, які вводять у вільно підвішені світильники, повинні мати мідні жили.

Проводи, які прокладають усередині освітлювальної арматури, повинні мати ізоляцію, яка відповідає номінальній напрузі мережі (див. також 6.3.33).

6.6.16 Відгалуження від розподільних мереж до світильників зовнішнього освітлення виконують гнучкими проводами з мідними жилами перерізом, не меншим ніж $1,5 \text{ мм}^2$, для підвісних світильників, і не меншим ніж 1 мм^2 , – для консольних. Відгалуження від повітряних ліній рекомендовано виконувати з використанням спеціальних перехідних відгалужувальних затискачів.

6.6.17 Для приєднання до мережі настільних, переносних і ручних світильників, а також світильників, які підвішують на проводах, світильників місцевого освітлення застосовують шнури і проводи з гнучкими мідними жилами перерізом, не меншим ніж $0,75 \text{ мм}^2$. При цьому переріз жил проводів і шнурів повинен відповідати струмовому навантаженню світильника.

6.6.18 Для заряджання стаціонарних світильників місцевого освітлення застосовують гнучкі проводи з мідними жилами перерізом не менше ніж 1 мм^2 , – для рухомих конструкцій і не менше ніж $0,5 \text{ мм}^2$ – для нерухомих.

Ізоляція проводів має відповідати номінальній напрузі мережі.

6.6.19 Заряджати кронштейни освітлювальної арматури місцевого освітлення треба з дотриманням таких вимог:

- проводи необхідно вводити всередину кронштейна або захищати їх від механічних пошкоджень іншим шляхом; за напруги до 50 В цю вимогу виконувати не обов'язково;
- за наявності шарнірів проводи всередині шарнірних частин не мають піддаватися натягу або перетиранню;
- отвори для проводів у кронштейнах повинні мати діаметр не менше ніж 8 мм, з допуском місцевих звужень до 6 мм; у місцях уведення проводів треба застосовувати ізолювальні втулки;
- рухомі конструкції освітлювальної арматури не повинні довільно пересуватися або розгойдуватися.

6.6.20 Приєднувати прожектори до мережі треба за допомогою гнучкого кабелю з мідними жилами перерізом, не меншим ніж 1 мм^2 , і довжиною, не меншою ніж 1,5 м. Захисне заземлення прожекторів необхідно виконувати окремою жилою.

ЕЛЕКТРОУСТАНОВЛЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

6.6.21. Вимоги, викладені в 6.6.22–6.6.28, поширюються на обладнання (вимикачі, перемикачі та штепсельні розетки) з номінальним струмом до 16 А і напругою до 250 В, а також на штепсельні з'єднання із захисним контактом з номінальним струмом до 63 А і напругою до 380 В.

6.6.22. Обладнання, установлене прихованим способом, розміщують у коробках, спеціальні кожухи або отвори залізобетонних панелей, утворених під час виготовлення їх на заводах будівельної індустрії. Кришки, призначені для закривання отворів у панелях, мають бути вогнестійкими.

6.6.23. Штепсельні розетки, установлені в складських приміщеннях, які зачиняються і містять горючі матеріали або матеріали в горючій упаковці, повин-

ні мати ступінь захисту відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.32 «Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок».

6.6.24. Застосування штепсельних розеток для переносних електроприймачів із захисним контактом (для приєднання РЕ-провідника) має унеможливлювати використання струмовідних контактів як захисних.

З'єднання між захисними контактами вилки і розетки здійснюють до того, як з'єднаються струмовідні контакти; порядок вимкнення має бути зворотнім. Заземлювальні контакти штепсельних розеток і вилок мають бути електрично з'єднаними з їх корпусами, якщо їх виконано зі струмовідних матеріалів.

6.6.25. Вимикачі та перемикачі переносних електроприймачів зазвичай установлюють на самих електроприймачах або в електропроводі, який прокладають нерухомо. На рухомих проводах дозволено встановлювати вимикачі тільки спеціальної конструкції, передбаченої для цієї мети.

6.6.26. У три- або двопровідних однофазних лініях мереж із заземленою нейтраллю можна використовувати однополюсні вимикачі, які треба установлювати в колі фазного проводу, або двополюсні; при цьому вимкнення одного N-провідника без вимкнення фазного слід унеможливити.

6.6.27. Штепсельні розетки установлюють:

- у виробничих приміщеннях зазвичай на висоті 0,8–1 м; у разі підведення проводів згори їх допускається встановлювати на висоті до 1,5 м;

- в адміністративно-конторських, лабораторних, житлових та інших приміщеннях – на висоті, зручній для приєднання до них електричних приладів, залежно від призначення приміщень та оформлення інтер'єру, але не більше ніж 1 м; установлювати штепсельні розетки дозволено в кабельних коробах у призначених для цього місцях;

- у школах і дитячих закладах (у приміщеннях для перебування дітей) – на висоті 1,8 м.

6.6.28. Вимикачі для світильників загального освітлення треба установлювати на висоті від 0,8 до 1,7 м від підлоги, а в школах, дитячих яслах і садках, у приміщеннях для перебування дітей – на висоті 1,8 м від підлоги. Вимикачі з керуванням за допомогою шнура дозволено встановлювати під стелею.

УЧАСНИКИ ПЕРЕГЛЯДУ ПУЕ У 2004–2016 рр.

Прізвище, ініціали	Глави	Прізвище, ініціали	Глави
Афонін В. В.	2.4, 2.5	Зубюк Ю. П.	5.6
Бабійчук В. М.	1.7	Ігнатенко Ю. В.	2.5; к.в.
Белов М. Л.	4.1, 4.2	Ільєнко І. І.	2.4, 2.5
Біда Б. П.	4.1, 4.2	Ільєнко І. О.	1.7
Білоусов В. І.	1.6	Ільєнко О. С.	1.7
Божко В. М.	1.7, 6.1–6.6	Кавич І. Є.	1.8
Болдирев О. М.	1.6, 1.9	Кармазін О. О.	2.5, дод. А
Бондаренко Л. Г.	і.з.	Карпець І. Я.	1.7, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2
Бондарчук Г. Г.	ред. 1.1–6.6	Катренко Г. М.	2.4, 2.5, 4.1, 4.2
Борисов М. А.	5.1	Квицинський А. О.	1.3, 1.5; науковий керівник перегляду; ред. 1.1–6.6
Броницький М. А.	1.7, 2.4, 2.5		
Буйний Р. О.	1.4, 2.2; 3.1		
Вірченко М. П.	4.1, 4.2	Керніцький М. В.	4.1, 4.2; 2.3, 2.4, 2.5
Власюк С. І.	2.4, 2.5	Клопот М. Г.	1.6; 1.9
Вожаков В. Г.	4.1, 4.2	Козирський В. В.	6.1–6.6
Вороніна З. А.	1.7, 4.1, 4.2	Кокотко І. В.	4.3, 4.4, 5.2
Гажаман В. І.	1.7, 3.1, 3.2, 4.4	Коліушко Г. М.	1.7, 4.1, 4.2
Глебов О. Ю.	4.1, 4.2	Коліушко Д. Г.	1.7, 4.1, 4.2
Голодний І. М.	3.1; 2.1, 5.3	Кот Г. О.	3.3
Голуб В. Ф.	н.к., і.з.	Крижов Г. П.	2.4, 2.5
Гримуд Г. І.	2.4, 2.5, 4.1, 4.2	Кудацький Л. Н.	2.5, дод. А
Грицаєва Л. В.	і.з.	Лінк І. Ю.	1.7
Грицай І. О.	4.1, 4.2	Лозінська О. Ф.	н.к., і.з.
Громадський Ю. С.	6.1–6.6; 4.1, 4.2	Лут М. Т.	2.1, 5.3; 3.1
Дар'ялов Ю. С.	4.1, 4.2	Лучніков В. А.	заг. керівництво переглядом; 5.1
Долгополов В. В.	4.1, 4.2		
Драчук В. В.	1.8	Любченко О. М.	ред. 1.1–6.6
Дубко М. В.	2.4, 2.5	Лях В. В.	2.4, 2.5; 1.7, 2.3, 4.1, 4.2, 6.1–6.6
Жереб А. О.	3.2		
Жук М. В.	2.4, 2.5	Майстренко І. О.	1.1–6.6; к.в. ред.

Прізвище, ініціали	Глави	Прізвище, ініціали	Глави
Маліновський А. А.	1.7	Редін В. І.	3.3
Манілов А. М.	4.1, 4.2	Сантоцький В. Г.	1.7, 1.9; 1.1–6.6
Мартинюк В. А.	3.4	Сологуб О. М.	2.4, 2.5
Меженний С. Я.	3.1, 3.2, 4.4	Солоний Я. В.	1.7
Меншикова Л. І.	2.5	Сприса В. В.	1.8; 1.2, 1.7, 4.1, 4.2, 5.2, 5.3
Микитаренко М. О.	2.4, 2.5	Старков К. О.	4.1, 4.2
Мозирський В. І.	1.7	Стафійчук В. Г.	1.1, 1.2; 1.1–6.6, ред., проект ТЗ
Мойсеєнко Л. В.	2.5, дод. А	Стек Р. М.	3.2
Молчанов В. М.	2.3; 1.1–6.6; ред.	Стеценко В. В.	4.4
Мудрак Р. Й.	4.1, 4.2	Стрелковський М. В.	1.1–6.6, к.в., ред.
Назім Я. В.	2.4, 2.5	Турбін С. В.	2.4, 2.5
Недашківська Т. М.	4.1, 4.2; к.в.	Удод Є. І.	1.7, 2.3, 4.1, 4.2
Нейман В. О.	2.4, 2.5, 4.1, 4.2	Удод Т. Є.	2.4, 2.5, 4.1, 4.2
Облакевич С. В.	4.1, 4.2	Фадєєв Ф. І.	4.4
Ольшанська Г. С.	4.1, 4.2	Федоров С. Д.	4.1, 4.2
Оніщенко В. А.	4.1, 4.2	Хмельовський П. М.	3.2
Островський Е. П.	4.1, 4.2	Хоменко С. Ю.	н.к., і.з.
Панасенко Є. П.	4.4	Хомініч В. І.	1.7
Пасько О. М.	4.1, 4.2	Цехмістренко О. М.	2.4
Пашинський В. А.	2.4, 2.5	Цивільов В. В.	4.1, 4.2
Перельмутер А. В.	2.4, 2.5	Червінський Л. С.	6.1–6.6
Петренко І. В.	1.1–6.6; к.в., і.з., ред.	Шевченко С. В.	2.4, 2.5
Петров П. В.	4.1, 4.2	Шевченко С. Ю.	2.5, 4.2
Поночевний М. В.	3.1, 3.2, 3.3, 4.4, 5.1, 5.6; к.в., ред.	Шумілов Ю. М.	1.9
Ревуцький С. С.	2.4, 2.5	Юхименко М. А.	4.1, 4.2

Примітка: в цьому переліку курсивом набрані прізвища, ініціали і №№ глав відповідальних виконавців перегляду на завершальному етапі 2012–2016 рр.;

крім того, вжито такі скорочення:

ред. – науково-технічне редагування;

н.к. – нормоконтроль;

і.з. – інформаційне забезпечення;

к.в. – комп'ютерна верстка.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА	5
ГЛАВА 1.1 Загальна частина	5
Сфера застосування	5
Терміни та визначення понять	6
Загальні вимоги	8
ГЛАВА 1.2 Електропостачання і електричні мережі	12
Сфера застосування	12
Терміни та визначення понять	12
Загальні вимоги	13
Категорії електроприймачів і забезпечення надійності електропостачання	14
Рівні та регулювання напруги, компенсація реактивної потужності	16
ГЛАВА 1.3 Вибір провідників за нагрівом	17
Сфера застосування	17
Терміни та визначення понять	17
Вибір перерізів провідників за нагрівом	17
Допустимі тривалі струми для проводів, шнурів і кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією на напругу до 660 В	20
Допустимі тривалі струми для кабелів з гумовою або пластмасовою ізоляцією на напругу понад 660 В до 3(6) кВ	26
Допустимі тривалі струми для кабелів з паперовою просоченою ізоляцією	32
Допустимі тривалі струми для кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену на номінальну напругу від 6 кВ до 330 кВ	42
Допустимі тривалі струми для самоутримних і захищених проводів	53
Допустимі тривалі струми для неізольованих проводів і шин	55
ГЛАВА 1.4 Вибір електричних апаратів і провідників за умовами короткого замикання	61
Сфера застосування	61
Нормативні посилання	61
Терміни та визначення понять	61
Позначення та скорочення	62
Загальні вимоги	62
Визначення струмів короткого замикання для вибору апаратів і провідників	65
Вибір провідників та ізоляторів, перевірка несучих конструкцій за умовами динамічної дії струмів короткого замикання	66
Вибір провідників за умовами нагрівання під час виникнення короткого замикання	67
Вибір апаратів за комутаційною здатністю	67
ГЛАВА 1.5 Облік електроенергії	68
Сфера застосування	68
Терміни та визначення понять	68
Загальні вимоги	70
Місця встановлення засобів обліку електроенергії	71
Вимоги до розрахункових лічильників	74
Облік із застосуванням вимірювальних трансформаторів	75

Установлення лічильників і електропроводка до них	77
Технічний облік	79
Автоматизований облік електроенергії.....	79
ГЛАВА 1.6 Вимірювання електричних величин	81
Сфера застосування	81
Терміни та визначення понять	81
Загальні вимоги	81
Вимірювання струму	82
Вимірювання напруги	83
Контроль ізоляції.....	84
Вимірювання потужності	85
Вимірювання частоти	86
Вимірювання в разі синхронізації	86
Реєстрація електричних величин в аварійних режимах	86
ГЛАВА 1.7 Заземлення і захисні заходи від ураження електричним струмом.....	91
Сфера застосування	91
Терміни та визначення понять	91
Загальні вимоги	101
Заходи захисту із застосуванням систем БННН, ЗННН і ФННН	106
Заходи основного захисту	107
Заходи захисту в разі непрямого дотику	110
Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ у електричних мережах із глухозаземленою нейтраллю.....	116
Заземлювальні пристрої електроустановок напругою до 1 кВ у електричних мережах з ізольованою нейтраллю.....	118
Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ у електричних мережах з ізольованою, компенсованою або (і) заземленою через резистор нейтраллю	119
Заземлювальні пристрої електроустановок напругою понад 1 кВ у електричних мережах із глухозаземленою або ефективно заземленою нейтраллю	122
Заземлювальні пристрої в місцевостях з питомим опором землі понад 500 Ом · м.....	125
Заземлювачі	126
Заземлювальні провідники.....	128
Головна заземлювальна шина (ГЗШ).....	129
Захисні провідники (PE-провідники)	130
PEN-провідники	135
Провідники системи зрівнювання потенціалів	135
З'єднання і приєднання захисних провідників	135
Переносні електроприймачі.....	137
Пересувні електроустановки	138
ГЛАВА 1.8 Норми приймально-здавальних випробувань.....	142
Сфера застосування	142
Терміни та визначення понять	142
Загальні вимоги	143
Синхронні генератори.....	145
Машини постійного струму та колекторні збудники.....	159
Електродвигуни змінного струму	161
Силові трансформатори, автотрансформатори та масляні реактори	164
Трансформатори струму.....	168

Трансформатори напруги	171
Елегазові вимикачі.....	173
Вакуумні вимикачі.....	175
Вимикачі навантаження	176
Роз'єднувачі.....	177
Комплектні розподільні установки внутрішнього та зовнішнього установлення.....	179
Комплектні екрановані струмопроводи	180
Контактні з'єднання збірних та з'єднувальних шин, проводів і грозозахисних тросів	182
Струмообмежувальні сухі реактори	184
Електрофільтри	184
Конденсатори	186
Вентильні розрядники та обмежувачі перенапруг	186
Запобіжники та запобіжники-роз'єднувачі на напругу понад 1 кВ	187
Вводи та прохідні ізолятори.....	188
Опорні та опорно-стрижньові ізолятори.....	189
Трансформаторне масло	190
Апарати, вторинні кола та електропроводка напругою до 1 кВ.....	195
Акумуляторні батареї.....	197
Заземлювальні пристрої.....	198
Силові кабельні лінії	204
Повітряні лінії електропередавання напругою понад 1 кВ.....	207
Електроустаткування систем збудження генераторів	208
<i>Додаток А</i> Вказівки з увімкнення електричних машин змінного струму без сушіння.....	219
ГЛАВА 1.9 Зовнішня ізоляція електроустановок.....	223
Сфера застосування	223
Терміни та визначення понять	223
Загальні вимоги	224
Коефіцієнти використання довжини шляху витоку для основних типів ізоляторів і складених ізоляційних конструкцій (скляних, фарфорових)	225
Коефіцієнти використання довжини шляху витоку для зовнішньої ізоляції із полімерних матеріалів із силіконовою захисною оболонкою.....	228
Ізоляція повітряної лінії електропередавання	228
Зовнішня ізоляція електроустаткування і відкритих розподільних установок	230
Перевірка ізоляції за розрядними характеристиками.....	232
Визначення ступеня забруднення в місці розташування електроустановки	232
РОЗДІЛ 2. ПЕРЕДАВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ	241
ГЛАВА 2.1 Електропроводка	241
Сфера застосування	241
Нормативні посилання	242
Терміни та визначення понять	243
Загальні вимоги	245
Виконання електропроводки відповідно до зовнішніх впливів.....	249
Допустимі струми проводів і кабелів електропроводки	260
Площі перерізу провідників	280
Електричні з'єднання	280
Вимоги до електропроводки в межах окремого ізольованого приміщення та ущільнення проходів	281

Зближення електропроводок з іншими інженерними мережами	283
Захист від перенапруг	284
Захист від електромагнітних завад	286
ГЛАВА 2.2 Струмопроводи напругою до 35 кВ	288
Сфера застосування	288
Нормативні посилання	288
Терміни та визначення понять	289
Загальні вимоги	290
Струмопроводи напругою до 1 кВ	292
Струмопроводи напругою понад 1 кВ	293
Гнучкі струмопроводи напругою понад 1 кВ.....	294
Жорсткі струмопроводи (шинопроводи)	295
ГЛАВА 2.3 Кабельні лінії напругою до 330 кВ	297
Сфера застосування	297
Терміни та визначення понять	297
Загальні вимоги	301
Вибір способів прокладання кабельних ліній	304
Вибір кабелів та їх конструкції	305
З'єднання та окінцювання кабелів.....	309
Прокладання кабельних ліній у ґрунті.....	310
Прокладання кабельних ліній у кабельних блоках, системах кабельних трубопроводів і залізобетонних лотках	317
Прокладання кабельних ліній у кабельних спорудах.....	319
Прокладання кабельних ліній у виробничих приміщеннях	322
Прокладання кабельних ліній під водою	323
Прокладання кабельних ліній по спеціальних спорудах	324
Особливості застосування для кабельних ліній кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену.....	325
Заземлення	335
Вимоги до будівельної частини кабельних споруд	336
Система підживлення масла для кабельних маслонаповнених ліній	339
<i>Додаток А</i> Розрахунок механічних зусиль у кабелях під час їх прокладання та від дії короткого замикання.....	343
<i>Додаток Б</i> Розрахунок питомого індуктивного опору струмопровідного екрана одножильних кабелів.....	345
ГЛАВА 2.4 Повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кВ.....	348
Сфера застосування	348
Терміни та визначення понять	348
Загальні вимоги	349
Кліматичні умови	350
Проводи. Лінійна арматура	350
Розташування проводів і пристроїв на опорах	354
Ізоляція.....	355
Заземлення. Захист від перенапруг.....	355
Опори	356
Габарити, перетини і зближення	358
Перетини, зближення, сумісне підвішування ліній до 1 кВ з лініями зв'язку, лініями радіотрансляційних мереж, кабельного телебачення та Інтернету	360
Перетини і зближення ПЛІ (ПЛ) з інженерними спорудами	365

ГЛАВА 2.5 Повітряні лінії електропередавання напругою понад 1 кВ до 750 кВ.....	367
Сфера застосування	367
Терміни та визначення понять	367
Загальні вимоги	369
Вимоги до механічної міцності повітряних ліній	373
Кліматичні умови	375
Ожеледні навантаження.....	376
Вітрові навантаження.....	380
Вітрові навантаження під час ожеледі.....	386
Температурні кліматичні впливи	389
Навантаження від ваги конструкцій і ґрунтів	389
Монтажні навантаження.....	394
Навантаження, яке створюється натягом проводів і тросів	395
Інші впливи	396
Розрахункові режими та сполучення навантажень повітряних ліній	398
Проводи і грозозахисні троси	402
Розташування проводів і тросів та відстані між ними	410
Ізолятори та арматура.....	417
Захист ПЛ від перенапруг, заземлення.....	419
Опори і фундаменти.....	426
Розташування волоконно-оптичних ліній зв'язку на ПЛ	428
Прокладання ПЛ по ненаселеній і важкодоступній місцевостях	430
Прокладання ПЛ по території, зайнятій насадженнями	431
Прокладання ПЛ через населену місцевість	433
Перетин і зближення ПЛ між собою	436
Перетин і зближення ПЛ зі спорудами зв'язку, сигналізації та лініями радіотрансляційних мереж, кабельного телебачення та Інтернету.....	440
Перетин і зближення ПЛ із залізницями	448
Перетин і зближення ПЛ з автомобільними дорогами	451
Перетин, зближення або паралельне прокладання ПЛ із тролейбусними і трамвайними лініями	452
Перетин ПЛ з водними об'єктами	454
Прокладання ПЛ по мостах.....	457
Прокладання ПЛ по греблях і дамбах	458
Зближення ПЛ з вибухо- і пожежонебезпечними установками	459
Перетин і зближення ПЛ з надземними і наземними трубопроводами, спорудами для транспортування нафти і газу та канатними дорогами	459
Перетин і зближення ПЛ з підземними трубопроводами	462
Зближення ПЛ з аеродромами	462
<i>Додаток А (окремий альбом).....</i>	<i>464</i>
РОЗДІЛ 3 ЗАХИСТ І АВТОМАТИКА.....	465
ГЛАВА 3.1 Захист електричних мереж напругою до 1 кВ.....	465
Сфера застосування	465
Нормативні посилання	465
Терміни та визначення понять	465
Позначення та скорочення	467
Загальні вимоги	467
Вимоги до апаратів захисту	470
Вибір захисту	471

Місця встановлення апаратів захисту	472
Бібліографія	474
ГЛАВА 3.2 Релейний захист	475
Сфера застосування	475
Нормативні посилання	475
Терміни та визначення понять	476
Позначення та скорочення	477
Загальні вимоги	478
Захист турбогенераторів, які працюють безпосередньо на збірні шини генераторної напруги	490
Захист трансформаторів (автотрансформаторів) з обмоткою вищої напруги 3 кВ і вище і шунтувальних реакторів 500–750 кВ	495
Захист блоків генератор-трансформатор	502
Захист повітряних і кабельних ліній у мережах напругою 3–10 кВ з ізолюваною нейтраллю	513
Захист повітряних і кабельних ліній у мережах напругою 20 кВ і 35 кВ з ізолюваною нейтраллю	516
Захист ліній у мережах напругою 110–750 кВ з ефективно заземленою нейтраллю	518
Захист шин. Захист на обхідному, шиноз'єднувальному та секційному вимикачах	523
Захист синхронних компенсаторів	527
Бібліографія	528
ГЛАВА 3.3 Автоматика та телемеханіка	529
Сфера застосування	529
Нормативні посилання	530
Терміни та визначення понять	530
Позначення та скорочення	530
Автоматичне повторне ввімкнення	532
Автоматичне ввімкнення резервного живлення та устаткування	538
Увімкнення генераторів	541
Автоматичне регулювання збудження, напруги та реактивної потужності	542
Автоматичне регулювання частоти та активної потужності	544
Автоматичне запобігання порушенням стійкості	546
Автоматичне припинення асинхронного режиму	547
Автоматичне обмеження зниження або підвищення частоти	548
Автоматичне обмеження зниження напруги	553
Автоматичне обмеження підвищення напруги	553
Автоматичне запобігання перевантаженню устаткування	554
Телемеханіка	554
ГЛАВА 3.4 Вторинні кола	560
Сфера застосування	560
Нормативні посилання	560
Терміни та визначення понять	561
Позначення та скорочення	561
Загальні вимоги	562
Панелі і шафи керування, захисту та автоматики	571
Захист вторинних кіл від завад	576

РОЗДІЛ 4	РОЗПОДІЛЬНІ УСТАНОВКИ І ПІДСТАНЦІЇ	579
ГЛАВА 4.1	Розподільні установки напругою до 1,0 кВ змінного струму і до 1,5 кВ постійного струму.....	579
	Сфера застосування	579
	Терміни та визначення понять	579
	Загальні вимоги	580
	Установлення приладів і апаратів.....	580
	Шини, проводи, кабелі	581
	Конструкції розподільних установок	582
	Установлення розподільних установок в електроприміщеннях	583
	Установлення розподільних установок у приміщеннях, доступних невиробничому персоналу	584
	Установлення розподільних установок просто неба	584
ГЛАВА 4.2	Розподільні установки і підстанції напругою понад 1 кВ	585
	Сфера застосування	585
	Терміни та визначення понять	585
	Загальні вимоги	587
	Відкриті розподільні установки	594
	Закриті розподільні установки і підстанції	608
	Установлення силових трансформаторів і реакторів.....	618
	Розподільні установки і підстанції у виробничих приміщеннях	623
	Щоглові трансформаторні підстанції і секційні пункти	625
	Захист від грозових перенапруг.....	626
	Захист від внутрішніх перенапруг	641
	Захист від дії електричного та магнітного полів	642
	Схеми електричні розподільних установок і підстанцій	643
Додаток А	Групи електричних підстанцій відповідно до протипожежних заходів	653
ГЛАВА 4.3	Перетворювальні підстанції та установки.....	654
	Сфера застосування	654
	Нормативні посилання	654
	Терміни та визначення понять	655
	Загальні вимоги	655
	Захист перетворювальних агрегатів	656
	Розміщення устаткування, захисні заходи	658
	Охолодження перетворювачів	660
	Опалювання, вентиляція і водопостачання	661
	Будівельна частина	662
ГЛАВА 4.4	Акумуляторні установки	663
	Сфера застосування	663
	Нормативні посилання	663
	Терміни та визначення понять	664
	Загальні вимоги.....	665
	Розміщення акумуляторних батарей.....	666
	Ощинування акумуляторних батарей.....	668
	Будівельна частина	669
	Санітарно-технічна частина.....	671

<i>Додаток А</i>	Вимоги до вентиляції у разі установлення акумуляторів у приміщеннях і шафах	672
	Бібліографія.....	673
РОЗДІЛ 5	ЕЛЕКТРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ.....	674
ГЛАВА 5.1	Електромашинні приміщення.....	674
	Сфера застосування	674
	Нормативні посилання	674
	Терміни та визначення понять	675
	Позначення та скорочення	675
	Загальні вимоги.....	675
	Розміщення і встановлення електроустаткування.....	676
	Змащування підшипників електричних машин.....	679
	Вентиляція та опалювання.....	679
	Будівельна частина	680
ГЛАВА 5.2	Генератори та синхронні компенсатори.....	682
	Сфера застосування	682
	Нормативні посилання	682
	Терміни та визначення понять	683
	Загальні вимоги.....	683
	Охолодження і змащування.....	684
	Системи збудження	688
	Розміщення та встановлення генераторів, синхронних компенсаторів і їх допоміжного устаткування.....	691
	Захист від грозових перенапруг.....	692
ГЛАВА 5.3	Електродвигуни та їх апарати керування і захисту.....	697
	Сфера застосування	697
	Нормативні посилання	697
	Терміни та визначення понять	697
	Позначення та скорочення	698
	Загальні вимоги.....	698
	Вибір електродвигунів	699
	Установлення електродвигунів	700
	Апарати керування	701
	Захист асинхронних і синхронних електродвигунів напругою понад 1 кВ	703
	Захист електродвигунів напругою до 1 кВ (асинхронних, синхронних і постійного струму).....	707
	Захист електродвигунів напругою понад 1 кВ від грозових перенапруг	709
ГЛАВА 5.6	Конденсаторні установки.....	712
	Сфера застосування	712
	Нормативні посилання	712
	Терміни та визначення понять	713
	Позначення та скорочення	713
	Вибір схеми електричних з'єднань та устаткування	713
	Захист конденсаторних установок	715
	Електричні вимірювання	716
	Розміщення конденсаторів	716

РОЗДІЛ 6	ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ	718
ГЛАВА 6.1	ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	718
	Сфера застосування	718
	Терміни та визначення понять	718
	Загальні вимоги	719
	Аварійне освітлення	722
	Виконання та захист освітлювальних мереж	723
	Захисні заходи безпеки	724
ГЛАВА 6.2	ВНУТРІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ	726
	Загальні вимоги	726
	Живильна освітлювальна мережа	727
	Групова мережа	727
ГЛАВА 6.3	ЗОВНІШНЄ ОСВІТЛЕННЯ	729
	Джерела світла, установлення освітлювальних приладів і опор	729
	Живлення установок зовнішнього освітлення	731
	Виконання та захист мереж зовнішнього освітлення	732
ГЛАВА 6.4	СВІТЛОВА РЕКЛАМА, ЗНАКИ ТА ІЛЮМІНАЦІЯ	734
ГЛАВА 6.5	КЕРУВАННЯ ОСВІТЛЕННЯМ	736
	Загальні вимоги	736
	Керування внутрішнім освітленням	737
	Керування зовнішнім освітленням	738
ГЛАВА 6.6	ОСВІТЛЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ ТА ЕЛЕКТРОУСТАНОВЛЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ	740
	Освітлювальні прилади	740
	Електроустановлювальне обладнання	742
	УЧАСНИКИ ПЕРЕГЛЯДУ	744