РОЗДІЛ *5* ЕЛЕКТРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ

# ГЛАВА 5.1 ЕЛЕКТРОМАШИННІ ПРИМІЩЕННЯ

## СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

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.

1. 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

1. У цій главі Правил є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ 4319:2004 Повітряні фільтри для загального вентилювання. 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 Б.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 вибухопо- жежної 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

1. Нижче подано терміни, вжиті в цій главі Правил, та визначення позна­чених ними понять:

електромашинне приміщення

Приміщення, в якому спільно можна встановлювати електричні генератори, обертові або статичні перетворювачі, електродвигуни, трансформатори, розпо­дільні установки, щити і пульти керування, а також допоміжне устаткування, яке належить до них.

## ПОЗНАЧЕННЯ ТА СКОРОЧЕННЯ

1. У цій главі Правил використано такі скорочення:

ЕМП - електромашинне приміщення;

РУ - розподільна установка.

## ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1. Категорію з пожежної небезпеки електромашинного приміщення (ЕМП) треба визначати згідно з розрахунком, виконаним відповідно до НАПБ Б.ОЗ.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.

1. Електромашинні приміщення мають бути обладнаними телефонним зв’язком і пожежною сигналізацією, а також іншими видами сигналізації, потріб­ними за умовами роботи.
2. В ЕМП допускається розміщувати редуктори і шестерінчасті кліті меха­нізмів, пов’язаних з електродвигунами, які встановлено в цьому ЕМП.
3. Обертові частини встановленого в ЕМП устаткування, розташовані на доступній висоті, має бути захищено від випадкових дотиків відповідно до вимог чинних нормативних документів.
4. 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.

1. 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 обгрунтування - від мережі стиснутого повітря);
* промисловим пересувним пилососом для збирання пилу.

1. Для транспортування і монтажу, розбирання і складання електричних машин, перетворювачів та інших робіт мають бути, як правило, передбаченими інвентарні (стаціонарні або пересувні) підіймальні та транспортні пристрої.

## РОЗМІЩЕННЯ І ВСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ

1. 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.

1. 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 нілі 0,5 м.
2. 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.

1. 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, стелажами, 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 12м. 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.

1. Безпосередньо в ЕМІІ 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 MB\* А, автотрансформатори, вимірю­вальні трансформатори та інші апарати з масою масла до 2 т, які мають підвищену міцність баків і ущільнення, що унеможливлюють 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;
* неізольовані струмопроводи до 1 кВ і вище;
* устаткування для охолодження електричних машин.

1. У разі розташування в ЕМП маслонаповненого електроустаткування в закритих камерах з викочуванням усередину ЕМІІ 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 маслоиаповненим устаткуванням - не менше ніж 50 м.

Якщо ця відстань не може бути витриманою або якщо маса масла в одній камері абов 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.

1. 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.
2. 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.
3. 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 2м- поручнями і бортовими бар'єрами. Для входу на майданчики треба перед­бачати сходинки.
4. 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.

1. Електричні машини треба встановлювати таким чином, щоб їх робота не викликала шуму і вібрації самої машини, фундаменту або частин будівлі понад допустимі межі.
2. 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.

1. 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

1. 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 установлювати безпосередньо біля місць підве­дення масла до підшипників електричних машин.

Труби, які підводять масло до електрично ізольованих від фундаментної плити підшипників, мають бути електрично ізольованими 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.

1. У необхідних випадках ЕМП мають бути обладнаними резервуарами і системою трубопроводів для зливання масла з маслонаповненого 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

1. 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 ві 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.

1. 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.
2. У місцевостях із забрудненим повітрям будівлі ЕМП треба виконувати таким чином, щоб забезпечувалася можливість потрапляння до них лише очище­ного повітря. Для цього двері, ворога та інші отвори повинні мати ущільнення. Ці будівлі рекомендовано виконувати без вікон і ліхтарів або з пилонепроникними світловими отворами, наприклад із заповненням склоблоками. Система загаль- нообмінної 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).
3. 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.

1. 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).

1. 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 пожежога­сіння, відповідно до вимог СОУ 41.0 21677681 34 (НАПБ 05.031).

## БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

1. В ЕМП з постійним чергуванням персоналу приміщення для нього треба обладнувати необхідними засобами зв’язку, сигналізації, вимірювання, опалю­вання та кондиціопування (вентиляції), водопроводом та каналізацією.
2. Стіни ЕМП до висоти, не меншої ніж 2 м, треба фарбувати світлою алкід- ною 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).

1. 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.

1. Підвал ЕМП повинен мати дренажний пристрій, а в разі високого рів­ня ґрунтових вод, — крім того, і гідроізоляцію.
2. Кабельні тунелі, які входять до ЕМП, у місцях примикання до ЕМП ма­ють бути відокремленими від них перегородками з межею вогнестійкості не менше ніж ЕІ45 або дверима з межею вогнестійкості не менше ніж ЕІ45 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 ЕІ 4 5, відчинятися в бік ближнього виходу зсередини секції й мати щільний при- твір. 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.

1. Двері ЕМП треба обладнувати евакуаційними покажчиками відповід­но до вимог СОУ-Н ЕЕ 03.314 (НАПБ 05.037).

# ГЛАВА 5.2 ГЕНЕРАТОРИ ТА СИНХРОННІ КОМПЕНСАТОРИ

## СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

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) гідроакумулюючих 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

1. 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. Загалвні технічні умови ГОСТ 183-74 Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия (Машини електричні обертові. Загальні технічні умови)

ГОСТ 533-2000 (МЭК 34-3-88) Машины электрические вращающиеся. Тур­богенераторы. Общие технические условия (Машини електричні обертові. Турбо­генератори. Загальні технічні умови)

ГОСТ 5616-89 Генераторы и генераторы-двигатели электрические гидротур­бинные. Общие технические условия (Генератори і генератори-двигуни гідротур­бінні. Загальні технічні умови)

ГОСТ 27471-87 (СТ СЭВ 169-86) Машины электрические вращающиеся. Тер­мины и определения (Машини електричні обертові. Терміни та визначення)

СОУ-Н МЕВ 40.1.00100227-68:2012Стійкістьенергосистем. Керівні вказівки СОУ-Н МЕВ 40.1-21677681-67:2012 Обмежувачі перенапруг нелінійні напру­гою 6-35 кВ. Настанова щодо вибору та застосування у розподільчих установках

СОУ-Н ЕЕ 40.12-0010022 7-4 7:2011 Обмежувачі перенапруг нелінійні напругою 110-750 кВ. Настанова щодо вибору та застосування.

## ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

1. 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.
2. 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

1. Генератори, синхронні компенсатори та їх допоміжне устаткування, які встановлюють на відкритому повітрі, повинні мати спеціальне виконання.
2. Конструкція генераторів і синхронних компенсаторів має забезпечувати їх нормальну експлуатацію терміном, не меншим ніж 2 5 років, з можливістю заміни деталей, які зношуються і пошкоджуються, та вузлів за допомогою основних ван­тажопідіймальних механізмів і засобів малої механізації без повного розбирання машини.
3. 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 МБт і більше та синхронні компенсатори з водневим охолодженням має бути обладнано пристроями дистанційного контролю вібрації підшипників.

Турбо- і гідрогенератори потужністю 100 МБт і більше має бути обладнано реєстраторами перехідних процесів і аварійних подій із записом передаварійного процесу.

1. 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.

1. 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 МЕВ 40.1.00100227-68.
2. Номінальну напругу генераторів треба приймати на основі техніко- економічних розрахунків за погодженням із заводом-виробником і відповідно до вимог чинних ДСТУ, ГОСТ.
3. Установлення додаткового устаткування для використання гідроге­нераторів та гідрогенераторів-двигунів як синхронних компенсаторів має бути обґрунтовано техніко-економічними розрахунками.
4. Для монтажу, розбирання і складання генераторів, синхронних компен­саторів та їх допоміжного устаткування треба передбачати стаціонарні, пересувні або інвентарні підіймально-транспортні пристосування і механізми.
5. 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.
6. Електростанції повинні мати приміщення для зберігання резервних стрижнів обмотки статора. Приміщення мають бути сухими, опалюваними, з тем­пературою, не нижчою ніж +10 °С, обладнаними спеціальними стелажами.

## ОХОЛОДЖЕННЯ І ЗМАЩУВАННЯ

1. 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.
2. 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.
3. Для генераторів і синхронних компенсаторів із замкненою системою повітряного охолодження має бути виконано такі заходи:
4. Камери холодного і гарячого повітря повинні мати щільно засклені оглядові лючки, які зачиняються.
5. 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.
6. Усередині камер холодного і гарячого повітря має бути обладнано освітлен­ня з вимикачами, винесеними назовні,
7. Короби гарячого повітря, а також конденсаторні 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.
8. У камерах холодного повітря має бути влаштовано кювети для видалення води, яка сконденсувалася на повітроохолоджувачах. Для турбогенераторів кінець

ГЛАВА 5.2 Генератори та синхронні компенсатори 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.

1. 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 розрі дження {після повітроохолоджувача).
2. 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).
3. Турбогенератори і синхронні компенсатори з водневим охолодженням має бути обладнано:
4. 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.

1. 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.
2. Основним, резервним, а турбогенератори, крім того, і аварійними джере­лами маслопостачання підшипників і водневих ущільнень, демпферним баком для живлення торцевих ущільнень маслом протягом часу, необхідного для аварійного зупину генератора зі зривом вакууму турбіни, для турбогенераторів потужні­стю 60 МВт і більше. Резервне і аварійне джерела маслопостачання мають автома­тично вмикатися в роботу в разі вимкнення робочого джерела маслопостачання, а також у разі зниження тиску масла та забезпечувати підтримання позитивного перепаду масло — водень на водневих ущільненнях турбогенераторів.
3. 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 маслопостачання 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.

1. Пристроями для осушування водню, увімкненими в контур циркуляції водню в генераторі або синхронному компенсаторі.
2. Попереджувальною сигналізацією, яка діє в разі несправностей газомасля- ної системи водневого охолодження і відхилення її параметрів {тиск, чистота водню, перепад тиску масло - водень) від заданих значень.
3. 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.
4. 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).

1. Дренажними пристроями для зливання води і масла з корпусу машини.

Система дренажу має унеможливлювати перетікання гарячого газу у відсіки

холодного газу.

1. Покажчиком появи рідини в корпусі турбогенератора (синхронного ком­пенсатора).
2. 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.
3. Генератори та синхронні компенсатори з водяним охолодженням обмо­ток має бути обладнано:
4. Трубопроводами, арматурою і апаратами системи водяного охолодження, виконаними з матеріалів, стійких до дії корозії.
5. Основним і резервним насосами дистиляту.
6. Механічними, магнітними та іонітними фільтрами дистиляту і пристроями для очищення дистиляту від газових домішок. Дистилят не повинен мати домішок солей і газів.
7. Розширювальним баком із захистом дистиляту від зовнішнього середовища.
8. Основним і резервним теплообмінниками для охолодження дистиляту.

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.

1. Попереджувальною сигналізацією і захистом, який діє в разі відхилень від нормального режиму роботи системи водяного охолодження.
2. Контрольно-вимірювальними приладами і пристроями автоматики для контролю та керування системою водяного охолодження.
3. Пристроями виявлення витоку водню в тракт водяного охолодження об­моток статора.
4. Контрольними трубками з кранами, виведеними назовні з вищих точок зливного і напірного колекторів дистиляту для видалення повітря із системи водя­ного охолодження обмотки статора під час заповнення її дистилятом.
5. У кожній системі трубопроводів, які підводять воду до газоохолоджу- вачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів, треба установлювати фільтри, при цьому має передбачатися можливість їх очищення і промивання без порушення нормальної роботи генератора та синхронного компенсатора.
6. 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 регулювальну 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.

1. Кожна секція газоохолоджувачів і теплообмінників у найвищій точці повинна мати крани для випуску повітря.
2. У системі охолодження газу або повітря турбогенераторів і синхронних компенсаторів має передбачатися регулювання температури охолоджувальної води за допомогою рециркуляційних пристроїв.
3. 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).
4. На живильних трубопроводах технічного водопостачання генераторів треба установлювати витратоміри. У турбогенераторах із замкнутим контуром газохолоджувачів і теплообмінників треба передбачати витратоміри з сигнальним органом.
5. 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.
6. На місці встановлення насосів газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів треба установлювати манометри на напірному колекторі та насосах, на вході та виході води з фільтрів.
7. На напірних і зливних трубопроводах газоохолоджувачів, теплооб­мінників і маслоохолоджувачів має бути вбудовано гільзи для ртутних термомет­рів і термоперетворювачі опору.
8. Для синхронних компенсаторів, які встановлюють на відкритому пові­трі, треба передбачати можливість зливання води з охолоджувальної системи під час зупину агрегату.
9. 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.

1. 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.
2. Трубопроводи циркуляційних систем змащення і водневих ущільнень турбогенераторів і синхронних компенсаторів з водневим охолодженням треба виконувати із суцільнотягнутих труб.
3. 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.

1. На кожному маслопроводі електрично ізольованих підшипників турбо­генераторів, синхронних компенсаторів і горизонтальних гідрогенераторів треба встановлювати послідовно два електрично ізольованих фланцевих з’єднання.
2. Підшипники турбогенераторів, синхронних компенсаторів та їх збуд­ників, а також водневі ущільнення, масляні ванни підшипників і підп’ятників гідрогенераторів треба виконувати таким чином, щоб унеможливлювалося 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 скелець треба застосовувати світильники, приєднані до мережі аварійного освітлення.

1. 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.
2. Змішані системи охолодження генераторів і синхронних компенсаторів мають відповідати вимогам 5.2.16-5.2,18.

## СИСТЕМИ ЗБУДЖЕННЯ

1. Вимоги, наведені в 5.2.39-5.2.59, поширюються на стаціонарні уста­новки систем збудження турбо- і гідрогенераторів та синхронних компенсаторів.
2. 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.
3. 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.
4. Системи збудження, у яких значення експлуатаційної напруги або тривалої діючої перенапруги (наприклад, уразі 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. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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 трун, а також інших кіл за наявності пульсуючих чи змінних струмів, які не компенсуються, треба вико­нувати кабелем без металевих оболонок. Кабельні лінії абошинопроводи 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.

1. 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.

1. 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 опрацювання.

1. 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, зугашу 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-регулювальному 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;
* унеможливлювалося пошкодження системи збудження в разі короткого замикання в колах ротора і на його контактних кільцях за допомогою шви дкодійних захистів. Також допускається для захисту статичних перетворювачів застосовувати автоматичні вимикачі і запобіжники.

1. 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 АГГІ.

1. Усі системи збудження (основні й резервні) повинні мати пристрої, які під час подавання імпульсу на гасіння поля забезпечують повне роззбудження (гасіння поля) синхронного генератора або компенсатора незалежно від спрацьову­вання АГП.
2. 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 засувок системи охолодження на одному зі збудни­ків не має призводити до зміни режиму охолодження на іншому збуднику.

1. Підлогу приміщень випрямних установок з водяною системою охоло­дження треба виконувати такою, щоб у разі витікання води унеможливлювалося

потрапляння її на струмопроводи, КРУ та інше електроустаткування, розташоване нижче від системи охолодження.

1. Електромашинні збудники постійного струму (основні під час роботи без АРЗ і резервні) повинні мати релейне форсування збудження.
2. Турбогенератори повинні мати резервне збудження, схема якого має забезпечувати перемикання з робочого збудження на резервнеі 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.

1. На турбогенераторах з безпосереднім охолодженням обмотки ротора перемикання з робочого збудження на резервне і назад треба виконувати дис­танційно.
2. Система збудження гідрогенератора має забезпечувати можливість його початкового збудження за відсутності змінного струму в системі власних потреб гідроелектростанції.
3. 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.
4. 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

1. 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 захоплюваль- ними 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. 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.
6. 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).

1. Турбогенератори і синхронні компенсатори з повітряним охолодженням і гідрогенератори повинні маги 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 виконуавти автоматично. Вводити в дію запірні пристрої впускання води в машину потрібно або безпосередньо від диференціального захисту, або в разі одночасного спрацьовування диференці­ального захисту і спеціальних датчиків пожежогасіння.

Підводити воду треба таким чином, щоб повністю унеможливити просочування води до генератора і синхронного компенсатора в експлуатаційних умовах,

1. Система пожежогасіння гідрогенераторів має передбачати відведення використаної води в дренажну систему.

Поблизу гідрогенераторів допускається встановлювати повітрозбірники стис­нутого повітря.

1. Для гасіння пожежі в турбогенераторах і синхронних компенсаторах з непрямим водневим охолодженням під час роботи машини на повітрі (період нала­годження) треба передбачати можливість використання вуглекислотної (азотної) установки згідно з вимогами 5.2.18, перелік 2).
2. Балони з вуглекислим газом (азотом), які встановлюють у центральній вуглекислотній (азотній) установці, треба зберігати в умовах, визначених прави­лами Держгірпромнагляду України.

## ЗАХИСТ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

1. Генератори і синхронні компенсатори потужністю понад 50 МВт (50 МВ • 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.

1. Генератори і синхронні компенсатори потужністю до 50 МВт (50 МВ • 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 МВ • А) дозво­лено безпосередньо приєднувати до ПЛ на дерев’яних опорах або до відповідних РУ.

1. Захист підходів ПЛдо РУ електростанцій, ПС і струмопроводів до гене­раторів (синхронних компенсаторів) треба виконувати з рівнем грозостійкості, не меншим ніж 50 кА.

' Згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від ЗО вересня 2015 р, № 1021 -р функції й повноваження Держгірпромнагляду припинено і передано їх Державній службі України з питань праці (Держпраці) - Прим.ред.

1. Для захисту приєднаних до загальних шин повітряними лініями (струмопроводами) генераторів і синхронних компенсаторів треба застосовувати розрядники І групи або ОПН з відповідними залишковими напругами грозових імпульсів струму та захисні конденсатори С0 ємністю, не меншою ніж 0,5 мкФ на фазу. Захисні апарати треба установлювати для захисту:

* генераторів (синхронних компенсаторів) потужністю понад 15 МВт (15 МВ \* А) - на приєднанні кожного генератора (синхронного компенсатора);
* генераторів (синхронних компенсаторів) потужністю до 15 МВт (15 МВ \* А) - на шинах (секціях шин) генераторної напруги.

Для захисту генераторів (синхронних компенсаторів, реакторів) і місць пере­ходу на приєднаних до них ІІЛ і КЛ застосовують ОПН, які вибирають відповідно до СОУ-НМЕВ 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 МВ • 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.

1. 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:

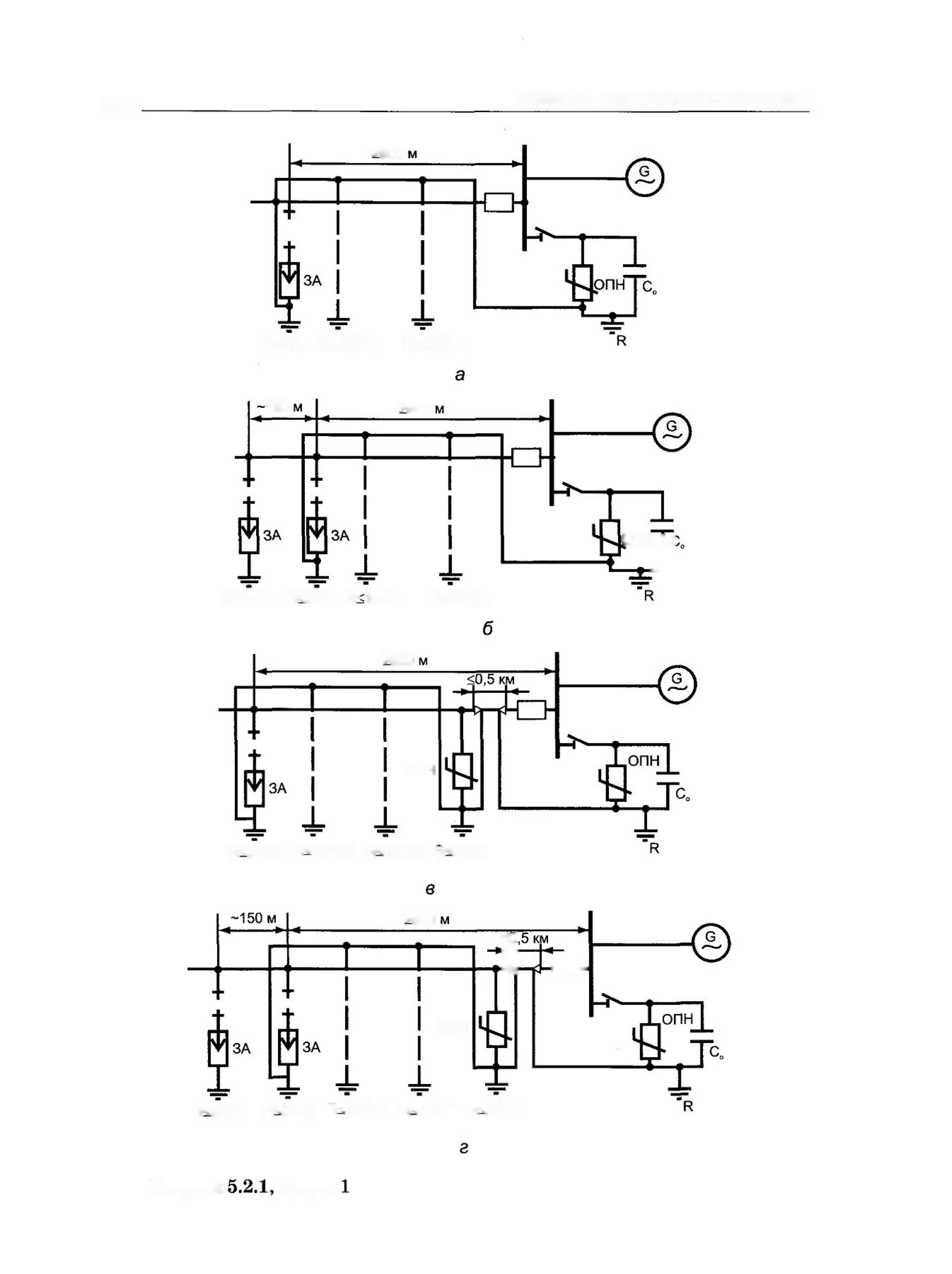
а) підхід ПЛ з металевими або залізобетонними опорами має бути захищеним грозозахисним тросом на довжині, не меншій ніж 300 м, а на початку тросової ділянки треба встановлювати комплект захисних апаратів (ЗА) - розрядники або ОПН (рис. 5.2.1, а). Опір заземлення ЗА не має перевищувати 3 Ом, а опір зазем­лення 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 іна ПЛ без кабельних вставок, і додатково встановлювати комплект ОІІН (рис. 5.2.1, в, г) у місці приєднання ПЛ до кабелю. Заземлюваний вивід ОІІН 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 трба встановлювати комплект ЗА (рис. 5.2.1, с?). 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, установленого на початку тросової ділянки з боку ПЛ, повинен бути не більше ніж 3 Ом;



**>300**

Ом

Ом

И<10

**Ом**

**150**

**>300**

опн

**т**

К<3

Ом

**И<3**

**Ом**

Н-10

**Ом**

**Г?<1 о**

Ом

**>300**

опн

**Рї<3**

Ом

**р:<іо**

**Ом**

її<10

**Ом**

**К<5**

**Ом**

**>300**

<0

і

**о**

опн

И<3

**Ом**

Н<3

Ом

Н':10

**Ом**

Р<10

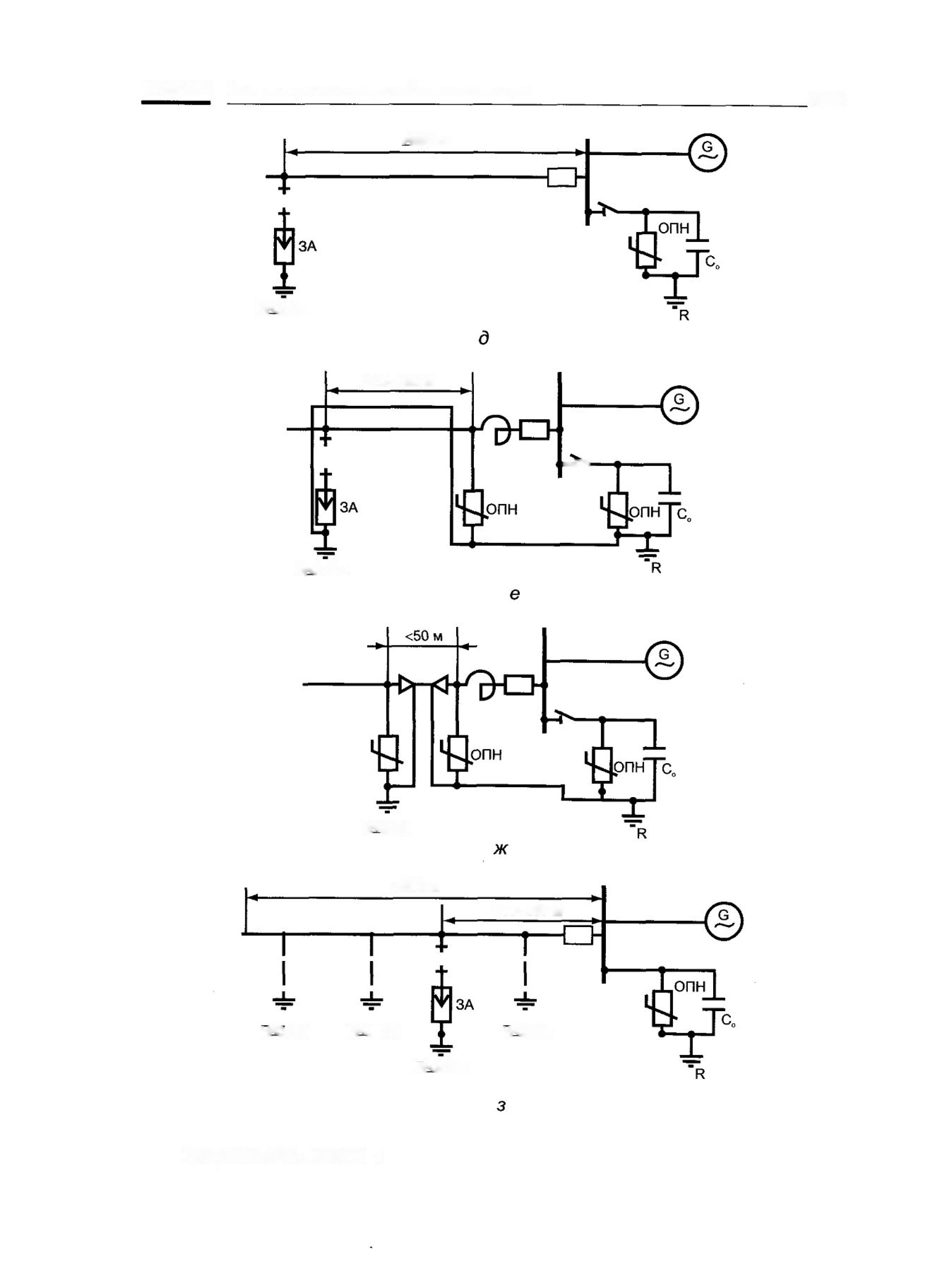
Ом

И<5

**Ом**

**Рисунок**

аркуш



>300 м

100-150 м

**Р?<3 Ом**

**>500 м**

К<5 Ом Я<5 Ом

**К<3 Ом**

Рисунок 5.2.1, аркуш 2

-О

100-150 м

К<5 Ом

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 (З МВ • 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, ,?)навідстані 100-150 м від ПС (електростанції). Опір заземлювача ЗА мас бути не більше ніж 3 Ом, а захищати ПЛ грозозахисним тросом не потрібно.

1. 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 ІІС (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 стрижньовими 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 стрижньових 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.

1. У разі приєднання відкритого струмопроводу до РУ генераторної напруги через струмообмежувальний реактор перед реактором потрібно встанов­лювати комплект РВ IV групи або відповідних ОПН.
2. Для захисту генераторів від хвиль грозових перенапруг, які набігають струмопроводом, та індукованих перенапруг погрібно встановлювати комплект РВ І 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 приєдЕіано 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.

# ГЛАВА 5.3 ЕЛЕКТРОДВИГУНИ ТА ЇХ АПАРАТИ КЕРУВАННЯ І ЗАХИСТУ

## СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

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

1. У цій главі Правил є посилання на такі нормативні документи:

ДСТУ 2848-94 Апарати електричні комутаційні. Основні поняття. Терміни та визначення

ДСТУ 3025-95 (ҐОСТ 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

1. 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

Струмовідна 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

1. У цій главі Правил використано такі скорочення:

АБР - автоматичне вмикання резерву;

АГП - автоматичне гасіння поля;

АПВ автоматичне повторне вмикання;

АРЗ - автоматичне регулювання збудження;

ЗПЕ - зшитий поліетилен;

ЗРУ - закрита розподільна установка;

КЗ - коротке замикання;

ОПН - обмежувач перенапруг нелінійний;

ПЛ - повітряна лінія;

РУ - розподільна установка.

## ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1. Заходи щодо забезпечення надійності живлення треба вибирати відпо­відно до вимог глави 1.2 цих Правил залежно від категорії відповідальності елек- троприймачів. Ці заходи можна застосовувати не до окремих електродвигунів, а до трансформаторі в, які їх живлять, і перетворювальних підстанцій, розподільних пристроїв та пунктів.

Резервувати лінію, яка безпосередньо живить електродвигун, не потрібно незалежно від категорії надійності електропостачання.

1. 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.
2. 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).
3. 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.
4. Частини електродвигунів і обертові частини, які з’єднують електро­двигуни з механізмами (муфти, шківи), повинні мати захисні огородження від випадкових дотиків.
5. Електродвигуни та їх апарати керування і захисту треба заземлюва­ти відповідно до вимог глави 1.7 цих Правил.
6. Виконання електродвигунів та їх апаратів керування і захисту має від­повідати умовам використання.

## ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

1. 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 дій установці.
2. 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.

1. 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.

1. Синхронні електродвигуни, як правило, повинні мати пристрої форсу­вання збудження або компаундування.
2. 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.
3. 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.
4. Електродвигуни, які встановлюють у приміщеннях з нормальним сере­довищем, як правило, повинні мати виконання ІР00 або ІР20.
5. Електродвигуни, які встановлюють просто неба, повинні мати вико­нання не гірше ніж ІР44 або спеціальне, відповідно до умов їх роботи (наприклад, для відкритих хімічних установок, для особливо низьких температур тощо).
6. 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 ІР44 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 погрібно.

1. Електродвигуни, які встановлюють у вологих або особливо вологих місцях, повинні мати виконання не гірше ніж ІР43 та ізоляцію, розраховану на дію вологи і пилу.
2. Електродвигуни, які встановлюють у місцях з хімічно активними парою або газами, повинні мати виконання не гірше ніж ІР44 або бути продувними з під­веденням чистого повітря за дотримання вимог, наведених у 5.3.20. Допускається також застосовувати електродвигуни з виконанням не гіршим ніж ІРЗЗ, але з хімічно стійкою ізоляцією та із закриванням відкритих неізольованих етрумовід- них частин ковпаками або іншим способом,
3. Для електродвигунів, які встановлюють у приміщеннях із температу­рою повітря понад плюс 40 °С, потрібно виконувати заходи, які унеможливлюють їх неприпустиме нагрівання (наприклад, примусова вентиляція з підведенням охолоджуючого повітря, зовнішнє обдування тощо).
4. У разі замкненої примусової системи вентиляції електродвигунів слід передбачати прилади контролю температури повітря й охолоджуючої води.
5. Інформація від датчиків температури, закладених в електродвигуни, має передаватися до АСУТІІ або, за її відсутності, - до щита (панелі) управління технологічним процесом або апарата керування і захисту.

## УСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

1. Електродвигуни має бути вибрано і встановлено таким чином, щоб унеможливлювати потрапляння на їх обмотки і струмовідні частини води, масла, емульсії тощо, а вібрації устаткування, фундаментів і частин будівлі не переви­щували допустимих значень.
2. Шум, створюваний електродвигуном спільно з механізмом, який при­водиться ним, не має перевищувати рівня, допустимого санітарними нормами.
3. 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.
4. Електродвигуни і апарати, за винятком тих, які мають ступінь захисту не меншу ніж ІР44, резистори і реостати всіх виконань має бути встановлено на відстані, не меншій ніж 1 м від конструкцій будівель, виконаних із горючих мате­ріалів.
5. 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 ізольо-

вано від корпусів їх підшипників. Опір ізоляції повинен відповідати 1.8.57-1.8.59, 1.8.66-1.8.68 цих Правил.

1. 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 установлювати 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.

1. 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

1. 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.

1. За наявності дистанційного або автоматичного керування електро­двигуном будь-якого механізму поблизу останнього має бути встановлено апарат аварійного вимкнення, який унеможливлює 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 унеможливлює 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.

1. Кола керування електродвигунами допускається живити 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 улаштовувати блокуючий зв’язок, який забез­печує автоматичне вимкнення головного кола в усіх випадках зникнення напруги в ньому, якщо не передбачається самозапуск електродвигуна.

1. 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.
2. 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 б цій установці.

1. 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.

1. Увімкнення обмоток електромагнітних пускачів, контакторів і авто­матичних вимикачів у мережі напругою до 1 кВ Із глухозаземленою нейграллю 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, приєднаного до нейтральної точки мережі.

1. Апарати керування електродвигунів, які живляться за схемою блока трансформатор - електродвигун, треба, як правило, встановлювати на вводі від мережі, що живить блок, без установлення їх на вводі до електродвигуна.
2. 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 установлення апарата аварійного вимкнення не передбачено (див. 5.3.34).
3. 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.

1. 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 У/А, через реактор, трансформатор, автотрансформатор чи пристрій плавного пуску. В обґрунтованих випадках допускається виконувати пуск з під­вищенням частоти струму з нуля.
2. 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 ЕИ 61800-3), має бути оснащено фільтрами приглушування радіозавад.
3. Електродвигуни, які працюють у складі електроприводів з частотним регулюванням в електромережах напругою до 1000 В (категорії СІ, С2, СЗ за стан­дартом ЕП 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, установлювані 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

1. 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.
2. 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.

1. 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.

1. Для захисту електродвигунів від багатофазних замикань треба перед­бачати:

а) струмову однорелейяу 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 комплектного 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 установлення 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,

1. 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 них Правил) і електродвигунів у разі їх роздільної роботи є дійсними і в тому разі, коли їх об’єднано в блок трансформатор (автотрансфор­матор) - електродвигун.

5.3.31 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.

1. 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.

1. 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).

1. Для полегшення умов відновлення напруги після вимкнення КЗ та забезпечення самозапуску електродвигунів відповідальних механізмів треба перед­бачати вимкнення захистом мінімальної напруги електродвигунів невідновідаль- них 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 багатофазних 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.

1. 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.

1. 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)

1. Для електродвигунів змінного струму треба передбачати захист від багатофазних замикань (див. 5.3.59), у мережах із глухозаземленою нейтрад- лю - 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 установлювати захисти від перевантаження і над­мірного підвищення частоти обертання.

1. 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.

1. 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.

1. 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 кола утримувальної обмотки залишалося замкнутим, крім допоміжних контактів пускача, і цим забезпечувалося автома­тичне увімкнення за відновлення напруги незалежно від часу перерви живлення.

1. Для синхронних електродвигунів захист від асинхронного режиму треба, як правило, здійснювати за допомогою захисту від перевантаження за стру­мом статора.
2. 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.

1. 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 розчіплюваній, дію яких засновано на різних принципах).
2. 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

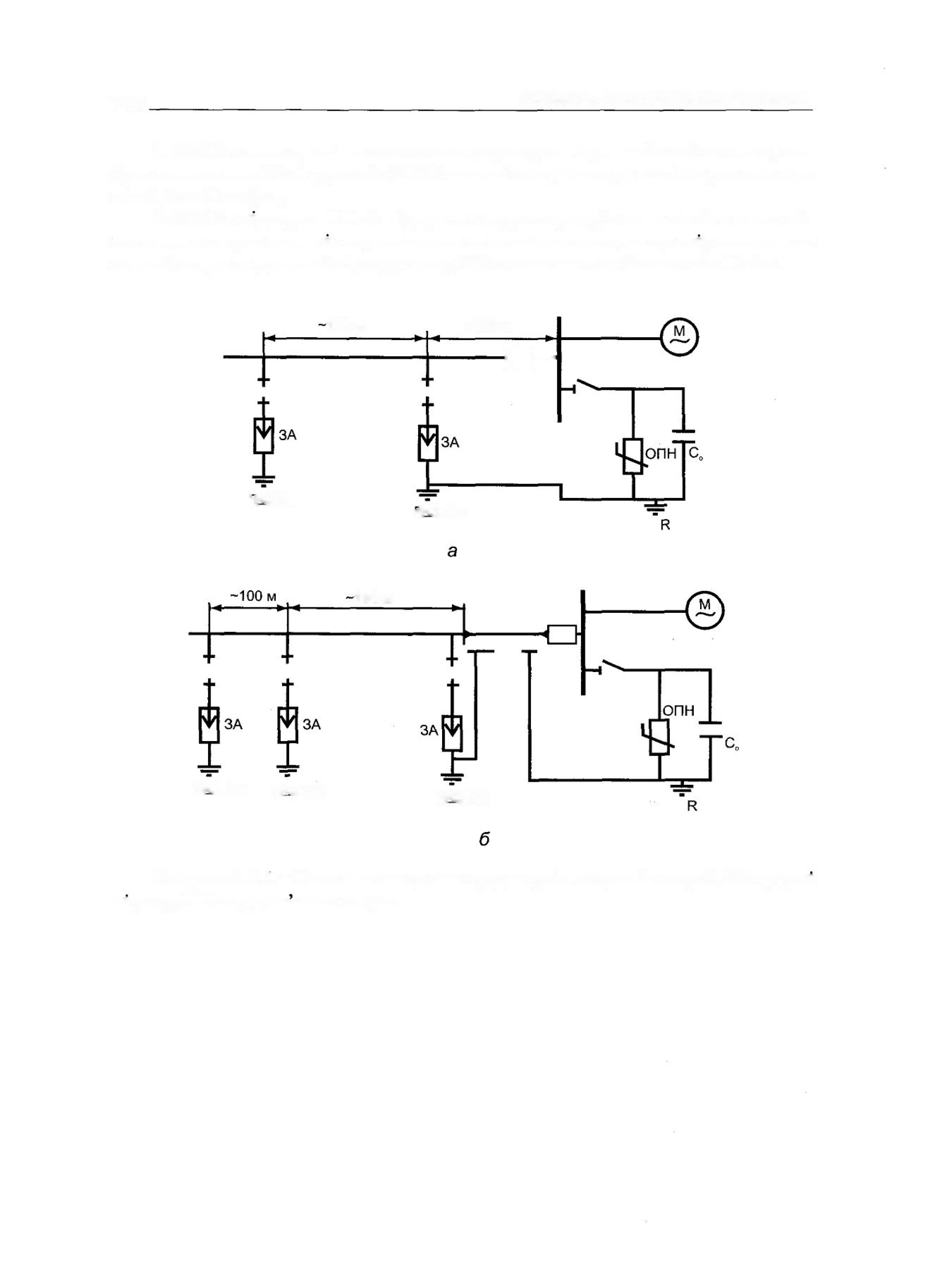
1. Для захисту приєднаних до загальних шин повітряними лініями (стру­мопроводами) електродвигунів потужністю понад 3 МВт як захисні апарати від перенапруг треба застосовувати РВІ групи або ОПН з відповідними залишковими напругами грозових імпульсів та захисні конденсатори Са ємністю, не меншою ніж 0,5 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 грозосгійкості, 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.

1. 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).



710

5.3.68 На шинах, які живлять електродвигуни через кабельні вставки, має

бути встановлено РБІ групи або ОПН і захисні конденсатори ємністю, не меншою

ніж 0,5 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.

100 м

—150 м

о-

**ІЧ<3 Ом**

гї<3 Ом

**150 м**

**Д<3 Ом н<3 Ом**

**Ь!<3 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

# ГЛАВА 5.6 КОНДЕНСАТОРНІ УСТАНОВКИ

## СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

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 ЕЫ 50160:2014 Характеристики напруги електропостачання в електрич­них мережах загальної призначеності (ЕМ 50160:2010, ГОТ)

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 вибухопо- жежної та пожежної небезпеки

НАГ1Б Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

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

1. 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 ЕХ 50160: низька напруга, середня напруга, висока напруга, надвисока напруга.
2. 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

1. 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.

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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. 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.
6. 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.
7. 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, яктцо 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.

1. Конденсаторні установки потрібно обладнувати засобами вимірювання температури (датчиком і покажчиком) всередині конденсаторної установки.

Датчик для вимірювання температури необхідно розміщувати в найгарячі- шому місці конденсаторної установки. При цьому має бути забезпечено можли­вість спостереження за покажчиком температури конденсаторної установки без її вимкнення та зняття огорожі.

1. 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.

1. Апарати і струмовідні частини в колі конденсаторної установки мають допускати тривале проходження струму, що становить 130 % від номінальної сили струму.

## ЗАХИСТ КОНДЕНСАТОРНИХ УСТАНОВОК

1. 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 установки і поштовхів струму за перенапруг.
2. 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 установки 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).

1. 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.
2. 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.

1. 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.

1. 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.
2. 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.
3. 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

1. 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.

1. Реактивну енергію, видану в мережу конденсаторною установкою, треба вимірювати згідно з вимогами глави 1.5 цих Правил.

## РОЗМІЩЕННЯ КОНДЕНСАТОРІВ

1. Конструкція конденсаторної установки має відповідати умовам навко­лишнього середовища.
2. Конденсаторні установки можна розміщувати в приміщеннях розпо­дільних установок напругою до 1 кВ і вище або в основних і допоміжних виробничих приміщеннях, віднесених до категорій ГІД, згідно з НАПБ 06.015 і НАПБ Б.03.002.
3. 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.

1. Конденсаторні установки, розміщені у виробничому приміщенні, по­винні мати сітчасті огорожі або захисні кожухи.
2. 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.

1. Температура повітря, що оточує конденсатори, не має виходити за верхню і нижню межі, установлені ГОСТ1282 або технічними умовами на конден­сатори відповідного типу.

У приміщенні або шафі конденсаторної установки мас бути окрема система природної вентиляції; якщо природна вентиляція не забезпечує зниження тем­ператури повітря в приміщенні або шафі до найбільшої допустимої, необхідно застосовувати штучну вентиляцію.

1. 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 ді електричної 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.
2. 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.

1. З’єднувати виводи конденсаторів між собою і приєднувати їх до шин потрібно за допомогою гнучких перемичок з роз’ємними з’єднаннями.
2. Конструкції, на яких установлюють конденсатори, треба виконувати з негорючих матеріалів. Під час вибору способу кріплення конденсаторів необхідно враховувати теплове розширення корпусу конденсатора.
3. 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.
4. У разі зовнішнього встановлення конденсатори треба встановлювати згідно з протипожежними вимогами групами потужністю, яка не перевищує ЗО 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. 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.
6. 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.
7. На конденсаторній установці треба передбачати пристосування для заземлення несучих металевих конструкцій, які можуть перебувати під напругою під час роботи установки.