

**ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

**РОЗДІЛ 5
ЕЛЕКТРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ**

Глава 5.3 Електродвигуни та їх апарати керування і захисту

Видання офіційне

Київ 2015

ПЕРЕДМОВА

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

**6 ЗАТВЕРДЖЕНО
ТА НАДАНО
ЧИННОСТІ:**

Наказ Міненерговугілля України
від 8 грудня 2015 р. № 795

7 НА ЗАМІНУ

Глави 5.3 розділу 5 «Правил
устройства электроустановок»,
погодженої Держбудом СРСР
3 грудня 1974 р., затвердженої
Головтехуправлінням Міненерго
СРСР 20 червня 1975 р.

**8 ТЕРМІН
ПЕРЕВІРКИ:**

2020 р.

Право власності на цей документ належить державі.

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

© Міненерговугілля України, 2015



МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

НАКАЗ

« 08 » 12 . 2015

м. Київ

№ 795

Про внесення змін та доповнень
до розділу 5 Правил улаштування
електроустановок

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

НАКАЗУЮ:

1. Внести зміни та доповнення до розділу 5. Електросилові установки Правил улаштування електроустановок, виклавши глави 5.2. та 5.3. (далі – глави 5.2. та 5.3 розділу 5 ПУЕ), у редакції, що додається.

2. Глави 5.2. та 5.3 розділу 5 ПУЕ набувають чинності через 90 днів після дати підписання цього наказу.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» (Котельников О.О.) у встановленому порядку внести глави 5.2. та 5.3. розділу 5 ПУЕ до реєстру бази даних нормативних документів Міненерговугілля України.

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

видання необхідної кількості примірників глав 5.2. та 5.3. розділу 5 ПУЕ відповідно до замовлень;

подальший науково-технічний супровід впровадження глав 5.2. та 5.3. розділу 5 ПУЕ.

5. З дня набрання чинності главами 5.2. та 5.3. розділу 5 ПУЕ визнати такими, що втратили чинність, глави 5.2. та 5.3. Розділу 5 Правил устрою електроустановок.

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

Міністр



В. Демчишин

ЗМІСТ

	С.
5.3.1 Сфера застосування	1
5.3.2 Нормативні посилання	1
5.3.3 Терміни та визначення понять	2
5.3.4 Позначки та скорочення	2
5.3.5 – 5.3.11 Загальні вимоги	3
5.3.12 – 5.3.25 Вибір електродвигунів	4
5.3.26 – 5.3.32 Установлення електродвигунів	6
5.3.33 – 5.3.45 Апарати керування	7
5.3.46 – 5.3.57 Захист асинхронних і синхронних електродвигунів напругою понад 1 кВ	10
5.3.58 – 5.3.65 Захист електродвигунів напругою до 1 кВ (асинхронних, синхронних і постійного струму)	17
5.3.66 – 5.3.69 Захист електродвигунів напругою понад 1 кВ від грозових перенапруг	19

ВСТУП

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

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

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

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

Зокрема, у новій редакції викладено главу 5.3 Електро-двигуни та їх апарати керування і захисту розділу 5 Електросилові установки.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 8 грудня 2015 р. № 795

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ

Глава 5.3 Електродвигуни та їх апарати керування і захисту

Чинний від 2016-03-04

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

5.3.1 Ця глава поширюється на електродвигуни та їх апарати керування і захисту в стаціонарних установках виробничих та інших приміщень різного призначення. На ці установки поширюються також вимоги, наведені в главі 5.1 цих Правил, і відповідні вимоги інших глав тією мірою, якою їх не змінено згідно з цією главою.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

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

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

ДСТУ 3025-95 (ГОСТ 9098-93) Вимикачі автоматичні низьковольтні. Загальні технічні умови

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

EN 61800-3:2004 Adjustable speed electrical power drive systems. - Part 3: EMC requirements and specific test methods (Системи силового електроприводу з регульованою швидкістю. Частина 3. Вимоги до електромагнітної сумісності та спеціальні методи випробування)

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

5.3.3 У цій главі Правил використано терміни, установлені в ДСТУ 2848: *автоматичний вимикач, вимикач, запобіжник, струмообмежувальний автоматичний вимикач, уставка*; у ДСТУ 3025: *одноразова гранична комутаційна здатність*.

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

апарат захисту

Апарат, який автоматично вимикає захищуване електричне коло за ненормальних режимів

плавка вставка

Стумовідна 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

ПОЗНАКИ ТА СКОРОЧЕННЯ

5.3.4 У цій главі Правил використано такі скорочення:

- АВР – автоматичне вмикання резерву;
- АГП – автоматичне гасіння поля;
- АПВ – автоматичне повторне вмикання;
- АРЗ – автоматичне регулювання збудження;
- ЗПЕ – зшитий поліетилен;
- ЗРУ – закрыта розподільна установка;
- КЗ – коротке замикання;
- ОПН – обмежувач перенапруг нелінійний;
- ПЛ – повітряна лінія;
- РУ – розподільна установка.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.3.5 Заходи щодо забезпечення надійності живлення треба вибирати відповідно до вимог глави 1.2 цих Правил залежно від категорії відповідальності електроприймачів. Ці заходи можна застосовувати не до окремих електродвигунів, а до трансформаторів, які їх живлять, і перетворювальних підстанцій, розподільчих пристроїв та пунктів.

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

5.3.6 Якщо необхідно забезпечити безперервність технологічного процесу в разі виходу з ладу електродвигуна, його комутаційної апаратури або лінії, яка безпосередньо живить електродвигун, то резервування треба здійснювати шляхом установалення резервного технологічного агрегату або іншими способами.

5.3.7 Електродвигуни та їх апарати керування і захисту треба вибирати і встановлювати таким чином і в необхідних випадках забезпечувати такою системою охолодження, щоб температура їх під час роботи не перевищувала допустимої (див. також **5.3.23**).

5.3.8 Електродвигуни та їх апарати керування і захисту треба встановлювати таким чином, щоб вони були доступними для огляду і заміни, а також за можливості – для ремонту на місці встановлення. Якщо електроустановка містить електродвигуни або апарати масою 100 кг і більше, то треба передбачати пристрої для їх такелажу.

5.3.9 Частини електродвигунів і обертові частини, які з'єднують електродвигуни з механізмами (муфти, шківни), повинні мати захисні огороження від випадкових дотиків.

5.3.10 Електродвигуни та їх апарати керування і захисту треба заземлювати відповідно до вимог глави 1.7 цих Правил.

5.3.11 Виконання електродвигунів та їх апаратів керування і захисту має відповідати умовам використання.

ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

5.3.12 Електричні та механічні параметри електродвигунів (номінальні потужність, напруга, частота обертання, відносна тривалість робочого періоду, пусковий, мінімальний, максимальний моменти, межі регулювання частоти обертання тощо) мають відповідати параметрам механізмів, які приводяться ними в дію, у всіх режимах їх роботи в цій установці.

5.3.13 Для механізмів, збереження яких у роботі після короточасних перерв живлення або зниження напруги, зумовлених вимкненням КЗ, дією АПВ або АВР, необхідне за технологічними умовами і допустиме за умовами техніки безпеки, має бути забезпечено самозапуск їх електродвигунів. Для успішного самозапуску необхідно забезпечувати відключення менш відповідальних асинхронних електродвигунів і, в обов'язковому порядку, – відключення синхронних двигунів до того моменту, поки відповідальні механізми не вийдуть на свій номінальний режим.

Застосовувати для механізмів із самозапуском електродвигуни і трансформатори більшої потужності, ніж це необхідно для їх нормальної тривалої роботи, як правило, не потрібно.

5.3.14 Для приводу механізмів, які не потребують регулювання частоти обертання, незалежно від їх потужності рекомендовано застосовувати синхронні двигуни або асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором. Тип двигуна вибирають залежно від умов роботи і його необхідних характеристик.

Для приводу механізмів у важких умовах пуску чи роботи або механізмів, які вимагають зміни частоти обертання, треба застосовувати електродвигуни з якомога простішими і енергоефективними методами пуску або регулювання частоти обертання, можливими в цій установці.

5.3.15 Синхронні електродвигуни, як правило, повинні мати пристрої форсування збудження або компаундування.

5.3.16 Синхронні електродвигуни в разі, якщо вони за своєю потужністю можуть забезпечити регулювання напруги або режиму реактивної потужності в даному вузлі навантаження, повинні мати АРЗ згідно з вимогами глави 3.3 цих Правил.

5.3.17 Електродвигуни постійного струму застосовують у тих механізмах, де потрібні плавне регулювання частоти обертання і високий момент у всьому діапазоні частоти обертання, а також як резервні приводи, які працюють від акумуляторних батарей.

5.3.18 Електродвигуни, які встановлюють у приміщеннях з нормальним середовищем, як правило, повинні мати виконання IP00 або IP20.

5.3.19 Електродвигуни, які встановлюють просто неба, повинні мати виконання, не гірше ніж IP44 або спеціальне, відповідно до умов їх роботи (наприклад, для відкритих хімічних установок, для особливо низьких температур тощо).

5.3.20 Електродвигуни, які встановлюють у приміщеннях, де можливе осідання на їх обмотках пилу та інших речовин, які порушують природне охолодження, повинні мати виконання, не гірше ніж IP44, або продувне з підведенням чистого повітря. Корпус продувного електродвигуна, повітроводи і всі з'єднання та стики мають бути ущільненими для запобігання присосу повітря в систему вентиляції.

Для продувних електродвигунів, як правило, передбачають засувки для запобігання присосу повітря під час зупину електродвигуна. Підігрівати зовнішнє (холодне) повітря не потрібно.

5.3.21 Електродвигуни, які встановлюють у вологих або особливо вологих місцях, повинні мати виконання, не гірше ніж IP43, та ізоляцію, розраховану на дію вологи і пилу.

5.3.22 Електродвигуни, які встановлюють у місцях з хімічно активними парами або газами, повинні мати виконання, не гірше ніж IP44, або бути продувними з підведенням чистого повітря за дотримання вимог, наведених у **5.3.20**. Допускається також застосовувати електродвигуни з виконанням, не гіршим ніж IP33, але з хімічно стійкою ізоляцією та із закриванням відкритих неізованих струмовідних частин ковпаками, або іншим способом.

5.3.23 Для електродвигунів, які встановлюють у приміщеннях із температурою повітря понад плюс 40 °С, потрібно виконувати заходи, які унеможливають їх неприпустиме нагрівання (наприклад, примусова вентиляція з підведенням охолоджуючого повітря, зовнішнє обдування тощо).

5.3.24 У разі замкненої примусової системи вентиляції електродвигунів слід передбачати прилади контролю температури повітря й охолоджуючої води.

5.3.25 Інформація від датчиків температури, закладених в електродвигуни, має передаватися до АСУТП або, за її відсутності, – до щита (панелі управління) технологічним процесом або апарата керування і захисту.

УСТАНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

5.3.26 Електродвигуни має бути вибрано і встановлено таким чином, щоб унеможливити потрапляння на їх обмотки і струмовідні частини води, масла, емульсії тощо, а вібрації устаткування, фундаментів і частин будівлі не перевищували допустимих значень.

5.3.27 Шум, створюваний електродвигуном спільно з механізмом, який приводиться ним, не має перевищувати рівня, допустимого санітарними нормами.

5.3.28 Проходи для обслуговування між фундаментами або корпусами електродвигунів, між електродвигунами і частинами будівлі або устаткування мають бути не меншими від зазначених у главі 5.1 цих Правил.

5.3.29 Електродвигуни і апарати, за винятком тих, які мають ступінь захисту, не меншу ніж IP44, резистори і реостати всіх виконань має бути встановлено на відстані, не меншій ніж 1 м від конструкцій будівель, виконаних із горючих матеріалів.

5.3.30 Синхронні електричні машини потужністю 1 МВт і більше і машини постійного струму потужністю 1 МВт і більше повинні мати електричну ізоляцію одного з підшипників від фундаментної плити для запобігання утворенню замкненого кола струму через вал і підшипники машини. При цьому в синхронних машинах із збуджувачами має бути ізольовано підшипники з боку збуджувача і підшипники збуджувача. Маслопроводи цих електричних машин має бути ізольовано від корпусів їх підшипників. Опір ізоляції повинен відповідати **1.8.57 – 1.8.59, 1.8.66 – 1.8.68** цих Правил.

5.3.31 Електродвигуни напругою, вищою ніж 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 вимогам, установленим до камер закритих розподільчих установок (ЗРУ) напругою, вищою ніж 1 кВ (див. главу 4.2 цих Правил);
- розміри фундаментної ями мають бути не меншими від допустимих для напівпрохідних кабельних тунелів, унормованих главою 2.3 цих Правил.

5.3.32 Кабелі і проводи, які приєднують до електродвигунів, установлених на віброізолювальних основах, на ділянці між рухомою і нерухомою частинами основи повинні мати гнучкі мідні жили.

АПАРАТИ КЕРУВАННЯ

5.3.33 Для групи електродвигунів приводу однієї машини або ряду машин, які здійснюють єдиний технологічний процес, треба, як правило, застосовувати загальний апарат або комплект комутаційних апаратів, якщо це виправдовується вимогами зручності або безпеки експлуатації. У решті випадків кожен електродвигун повинен мати окремі апарати керування.

Апарати керування в колах електродвигунів мають вимикати від мережі одночасно всі провідники, які перебувають під напругою.

5.3.34 За наявності дистанційного або автоматичного керування електродвигуном будь-якого механізму поблизу останнього має бути встановлено апарат аварійного вимкнення, який унеможливає 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 унеможливає 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 установаження апаратів місцевого керування (пуск, зупин) поблизу дистанційно або автоматично керованих механізмів потрібно визначати під час проектування залежно від вимог технології, техніки безпеки та організації керування цією установкою.

5.3.35 Кола керування електродвигунами допускається 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.

5.3.36 На корпусах апаратів керування і роз'єднувальних апаратах має бути нанесено чіткі знаки, які дають змогу легко розпізнавати увімкнене і вимкнене положення рукоятки керування апаратом. У випадках, коли оператор не може визначити за станом апарата керування, чи ввімкнено або вимкнено головне коло електродвигуна, потрібно передбачати світлову сигналізацію.

5.3.37 Апарати керування мають без пошкоджень і ненормального зношування комутувати найбільші струми нормальних режимів роботи керованого ними електродвигуна (пусковий, гальмівний, реверсу, робочий). Якщо реверси і гальмування не мають місця в нормальному режимі, але є можливими за неправильних операцій, то апарати керування в головному колі мають забезпечувати комутацію під час операцій без руйнування.

Апарати керування мають бути стійкими до розрахункових струмів КЗ (див. главу 1.4 цих Правил).

Апарати керування за своїми електричними і механічними параметрами мають відповідати характеристикам привідного механізму в усіх режимах його роботи в цій установці.

5.3.38 Використовувати устромлювальні контактні з'єднувачі для керування переносними електродвигунами допускається лише за потужності електродвигуна, не більшої ніж 1 кВт.

Устромлювальні контактні з'єднувачі, які служать для приєднання пересувних електродвигунів потужністю понад 1 кВт, повинні мати блокування, за якого вимкнення й увімкнення з'єднання є можливими лише за вимкненого положення пускового апарата в головному (силовому) колі електродвигуна.

5.3.39 Увімкнення обмоток електромагнітних пускачів, контакторів і автоматичних вимикачів у мережі напругою до 1 кВ із глухозаземленою нейтраллю можна виконувати на міжфазну або фазну напругу.

У разі увімкнення обмоток зазначених вище апаратів на фазну напругу треба передбачати одночасне вимкнення всіх трьох фаз відгалуження до електродвигуна автоматичним вимикачем, а в разі захисту запобіжниками – спеціальними пристроями, які діють на вимкнення пускача або контактора в разі перегорання плавких вставок запобіжників у одній або будь-яких двох фазах.

Під час увімкнення обмотки на фазну напругу її нейтральний вивід має бути надійно приєднано до нейтрального робочого провідника живильної лінії або окремого ізольованого провідника, приєднаного до нейтральної точки мережі.

5.3.40 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.

5.3.41 За наявності дистанційного або автоматичного керування механізмами має бути передбачено попереджувальну (перед пуском) сигналізацію або звукове оповіщення про майбутній пуск. Таку сигналізацію і таке оповіщення не потрібно виконувати біля механізмів, поблизу яких установлення апарата аварійного вимкнення не передбачено (див. **5.3.34**).

5.3.42 Проводи і кабелі, які з'єднують пускові реостати з фазними роторами асинхронних електродвигунів, треба вибирати за тривало допустимим струмом для таких умов:

- робота із замиканням кілець електродвигуна накоротко: у разі пускового статичного моменту механізму, який не перевищує 50 % від номінального моменту електродвигуна (легкий пуск), – 35 % від номінального струму ротора, у решті випадків – 50 % від номінального струму ротора;

- робота без замикання кілець електродвигуна накоротко – 100 % номінального струму ротора.

5.3.43 Пуск асинхронних електродвигунів із короткозамкненим ротором і синхронних електродвигунів виконують, як правило, безпосереднім увімкненням у мережу (прямий пуск). У разі неможливості прямого пуску пуск виконують переключенням Y/Δ , через реактор, трансформатор, автотрансформатор чи пристрій плавного пуску. В обґрунтованих випадках допускається виконувати пуск з підвищенням частоти струму з нуля.

5.3.44 Електродвигуни, які працюють у складі електроприводів з частотним регулюванням у промислових електромережах напругою понад 1000 В і струмом понад 400 А (категорія С4 за стандартом EN 61800-3), має бути оснащено фільтрами приглушування радіозавад.

5.3.45 Електродвигуни, які працюють у складі електроприводів з частотним регулюванням в електромережах напругою до 1000 В (категорії С1, С2, С3 за стандартом EN 61800-3), також має бути оснащено фільтрами приглушування радіозавад.

За підвищених вимог до завадостійкості, які неможливо забезпечити за допомогою передбачених у частотному перетворювачі функцій приглушування завад, можна використовувати зовнішні фільтри, установлені поряд із перетворювачем.

На вході частотних перетворювачів для живлення електродвигунів потужністю понад 15 кВт має бути встановлено мережеві згладжувальні фільтри із дотриманням рекомендацій виробників перетворювачів.

ЗАХИСТ АСИНХРОННИХ І СИНХРОННИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ

5.3.46 На електродвигунах треба передбачати захист від багатофазних замикань (див. **5.3.49**) і у випадках, зазначених нижче, – захист від однофазних замикань на землю (див. **5.3.51**), захист від струмів перевантаження (див. **5.3.52**) та захист мінімальної напруги (див. **5.3.55** і **5.3.56**). На синхронних електродвигунах треба, крім того, передбачати захист від асинхронного режиму (див. **5.3.53** і **5.3.54**), який може бути поєднано із захистом від струмів перевантаження.

5.3.47 На електродвигунах із примусовим змащуванням підшипників треба установлювати захист, який діє на сигнал і вимкнення електродвигуна в разі підвищення температури або припинення дії змащування.

На електродвигунах із примусовою вентиляцією треба установлювати захист, який діє на сигнал і вимкнення електродвигуна за підвищення температури або припинення дії вентиляції.

5.3.48 Електродвигуни з водяним охолодженням обмоток і активної сталі статора, а також із вбудованими повітроохолоджувачами, що охолоджуються водою, повинні мати захист, який діє на сигнал у разі зменшення потоку води, нижчого від заданого значення, і на вимкнення електродвигуна в разі його припинення. Крім того, треба передбачати сигналізацію, яка діє в разі появи води в корпусі електродвигуна.

5.3.49 Для захисту електродвигунів від багатозначних замикань треба передбачати:

а) струмову однорелейну відсічку без витримки часу, відрегульовану від пускових струмів за виведених пускових пристроїв, з реле прямої або непрямої дії, увімкненим на різницю струмів двох фаз, – для електродвигунів потужністю, меншою ніж 2 МВт;

б) струмову дворелейну відсічку без витримки часу, відрегульовану від пускових струмів за виведених пускових пристроїв, з реле прямої або непрямої дії – для електродвигунів потужністю 2 МВт і більше, що мають захист, який діє на вимкнення, від однофазних замикань на землю (див. **5.3.51**), а також для електродвигунів потужністю, меншою ніж 2 МВт, якщо захист за переліком а) не задовольняє вимогам 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) подовжній 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; подовжній диференціальний захист електродвигунів за наявності на них захисту від замикань на землю повинен мати двофазне виконання, а за відсутності цього захисту – трифазне, з трьома трансформаторами струму. Допускається захист у двофазному виконанні з додатковим захистом від подвійних замикань на землю, виконаний за допомогою трансформатора струму нульової послідовності і струмового реле.

Для електродвигунів потужністю 5 МВт і більше, виконаних без шести виводів обмотки статора, треба передбачати струмову відсічку.

5.3.50 Для блоків трансформатор (автотрансформатор) – електродвигун треба передбачати загальний захист від багатозазних 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 вимогам чутливості в разі міжфазного КЗ на виводах електродвигуна;

в) подовжній диференціальний струмовий захист у дворелейному виконанні з проміжними насичуваними трансформаторами струму – для електродвигунів потужністю понад 5 МВт, а також 5 МВт і менше, якщо встановлення відсічок за переліками а) і б) не задовольняє вимогам чутливості.

Оцінювання чутливості захисту в разі КЗ на виводах електродвигуна треба виконувати відповідно до вимог глави 3.2 цих Правил.

Захист має діяти на вимкнення вимикача блока, а в синхронних електродвигунах – також на пристрій АГП, якщо передбачено його встановлення.

Для блоків з електродвигунами потужністю понад 20 МВт, як правило, треба передбачати захист від замикання на землю, який охоплює не менше ніж 85 % витків обмотки статора електродвигуна і діє на сигнал з витримкою часу.

Вказівки щодо виконання решти видів захисту трансформаторів, автотрансформаторів (див. главу 3.2 цих Правил) і електродвигунів у разі їх роздільної роботи є дійсними і в тому разі, коли їх об'єднано в блок трансформатор (автотрансформатор) – електродвигун.

5.3.51 Захист електродвигунів потужністю до 2 МВт від однофазних замикань на землю за відсутності компенсації треба передбачати за струмів замикання на землю 10 А і більше, а за наявності компенсації – у разі, якщо залишковий струм у нормальних умовах перевищує це значення. Такий захист для електродвигунів потужністю понад 2 МВт треба передбачати за струмів 5 А і більше.

Значення струму спрацьовування захистів електродвигунів від замикань на землю має бути не більшим ніж: – для електродвигунів потужністю до 2 МВт – 10 А; – для електродвигунів потужністю понад 2 МВт – 5 А. Рекомендовано застосовувати менші значення струмів спрацьовування, якщо це не ускладнює виконання захисту.

Захист слід виконувати без витримки часу (за винятком електродвигунів, для яких потрібне уповільнення захисту) з використанням трансформаторів струму нульової послідовності, установлених, як правило, у РУ. Якщо трансформатори струму нульової послідовності встановити в РУ неможливо або це може викликати збільшення витримки часу захисту, допускається встановлювати їх біля виводів електродвигуна у фундаментній ямі.

Якщо за умов відрегулювання від перехідних процесів захист повинен мати витримку часу, то для забезпечення швидкодійного вимкнення подвійних замикань на землю в різних

точках треба встановлювати додаткове струмове реле з первинним значенням струму спрацьовування близько 50 – 100 А.

Захист має діяти на вимкнення електродвигуна, а в синхронних електродвигунах – також і на пристрій АГП, якщо передбачено його встановлення.

5.3.52 Захист від перевантаження треба передбачати на електродвигунах, схильних до перевантаження з технологічних причин, і на електродвигунах з особливо важкими умовами пуску і самозапуску (тривалість прямого пуску безпосередньо від мережі 20 с і більше), перевантаження яких можливе за надмірного збільшення тривалості пускового періоду внаслідок зниження напруги в мережі.

Захист від перевантаження треба передбачати в одній фазі із залежною або незалежною від струму витримкою часу, налаштованою на тривалість пуску електродвигуна в нормальних умовах і самозапуску після дії АВР або АПВ. Витримка часу захисту від перевантаження синхронних електродвигунів має бути, за можливості, наближеною до найбільшої допустимої за тепловою характеристикою електродвигуна.

На електродвигунах, схильних до перевантаження з технологічних причин, захист, як правило, треба виконувати з дією на сигнал і автоматичне розвантаження механізму.

Дія захисту на вимкнення електродвигуна допускається:

- на електродвигунах механізмів, для яких відсутня можливість своєчасного розвантаження без зупину, або на електродвигунах, що працюють без постійного чергування персоналу;

- на електродвигунах механізмів з важкими умовами пуску або самозапуску;

- на електродвигунах невідповідальних механізмів.

5.3.53 Захист синхронних електродвигунів від асинхронного режиму можна виконувати за допомогою реле, що реагує на збільшення струму в обмотках статора; захист має бути відстроєно за часом від пускового режиму і струму за дії форсування збудження.

Захист, як правило, треба виконувати з незалежною від струму характеристикою витримки часу. Допускається застосовувати захист із залежною від струму характеристикою на електродвигунах з відношенням КЗ, більшим ніж 1.

Під час виконання схеми захисту треба вживати заходів щодо запобігання відмовам захисту в разі биття струму асинхронного режиму. Допускається застосовувати інші способи захисту, які забезпечують надійну його дію в разі виникнення асинхронного режиму.

5.3.54 Захист синхронних електродвигунів від асинхронного режиму має діяти з витримкою часу на одну зі схем, які передбачають:

- ресинхронізацію;
- ресинхронізацію з автоматичним короткочасним розвантаженням механізму до такого навантаження, за якого забезпечується втягування електродвигуна в синхронізм (у разі допустимості короткочасного розвантаження за умовами технологічного процесу);

- вимкнення електродвигуна і повторний автоматичний пуск;
- вимкнення електродвигуна (за неможливості його розвантаження або ресинхронізації, за відсутності необхідності автоматичного повторного пуску і ресинхронізації за умовами технологічного процесу).

5.3.55 Для полегшення умов відновлення напруги після вимкнення КЗ та забезпечення самозапуску електродвигунів відповідальних механізмів треба передбачати вимкнення захистом мінімальної напруги електродвигунів невідповідальних механізмів сумарною потужністю, яку визначають можливостями джерела живлення і мережі щодо забезпечення самозапуску.

Витримку часу захисту мінімальної напруги треба обирати в межах від 0,5 до 1,5 с – на ступінь, більший за час дії швидкодійних захистів від 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 попередження несинхронного увімкнення вимкнених двигунів, якщо струми увімкнення перевищують допустимі значення.

В електроустановках промислових підприємств у разі, якщо не може бути виконаний одночасний самозапуск усіх електродвигунів відповідальних механізмів (див. **5.3.13**), треба застосовувати вимкнення частини таких відповідальних механізмів та їх автоматичний повторний пуск після закінчення самозапуску першої групи електродвигунів. Вмикати наступні групи можна за струмом, напругою або часом.

5.3.56 Захист мінімальної напруги з витримкою часу, не більшою ніж 10 с, і уставкою за напругою, як правило, не вищою ніж 50 % від номінальної напруги (крім випадків, наведених у **5.3.55**), треба встановлювати на електродвигунах відповідальних механізмів також у випадках, коли самозапуск механізмів після зупину є недопустимим за умовами технологічного процесу або за умовами безпеки і, крім того, коли не можна забезпечити самозапуск усіх електродвигунів відповідальних механізмів (див. **5.3.55**). Крім зазначених випадків, цей захист треба використовувати також для забезпечення надійності пуску АВР електродвигунів взаєморезервованих механізмів.

На електродвигунах зі змінною частотою обертання відповідальних механізмів, самозапуск яких є допустимим і доцільним, захисти мінімальної напруги мають давати сигнал на автоматичний перехід на нижчу частоту обертання.

5.3.57 На синхронних електродвигунах треба передбачати АГП. Для електродвигунів потужністю 2 МВт і більше АГП здійснюють шляхом введення опору в коло обмотки збудження. Для електродвигунів потужністю, меншою ніж 2 МВт, АГП допускається здійснювати шляхом введення опору в коло обмотки збудження збуджувача. Для синхронних електродвигунів потужністю, меншою ніж 0,5 МВт АГП, як правило, не здійснюють.

На синхронних електродвигунах, які забезпечено системою збудження, виконаною на керованих напівпровідникових елементах, АГП незалежно від потужності двигуна можна здійснювати інвертуванням, якщо воно забезпечується схемою живлення. В іншому випадку АГП треба здійснювати введенням опору в коло обмотки збудження.

ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАПРУГОЮ ДО 1 кВ (АСИНХРОННИХ, СИНХРОННИХ І ПОСТІЙНОГО СТРУМУ)

5.3.58 Для електродвигунів змінного струму треба передбачати захист від багатофазних замикань (див. **5.3.59**), у мережах із глухозаземленою нейтраллю – також від однофазних замикань, а у випадках, передбачених у **5.3.60** і **5.3.61**, – крім того, передбачають захист від струмів перевантаження і захист мінімальної напруги. На синхронних електродвигунах (за неможливості втягування в синхронізм із повним навантаженням) додатково треба передбачати захист від асинхронного режиму згідно з **5.3.62**.

Для електродвигунів постійного струму треба передбачати захисти від КЗ. За необхідності додатково можна установлювати захисти від перевантаження і надмірного підвищення частоти обертання.

5.3.59 Для захисту електродвигунів від КЗ слід застосовувати автоматичні вимикачі. В обґрунтованих випадках дозволено застосовувати запобіжники.

Номінальні струми плавких вставок запобіжників і розчіплювачів автоматичних вимикачів треба вибирати таким чином, щоб забезпечувалося надійне вимкнення КЗ на затискачах електродвигуна (див. **3.1.14** цих Правил) і щоб електродвигуни за нормальних для даної електроустановки поштовхів струму (пиків 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 більшим ніж 2,5, а для електродвигунів механізмів з важкими умовами пуску (велика тривалість розгону, часті пуски тощо) це відношення має дорівнювати 2,0 – 1,6. Для електродвигунів відповідальних механізмів допускається приймати це відношення таким, що дорівнює 1,6 незалежно від умов пуску електродвигуна.

Допускається здійснювати захист від КЗ одним загальним апаратом для групи електродвигунів за умови, що цей захист

забезпечує термічну стійкість пускових апаратів і апаратів захисту від перевантажень, які застосовують у колі кожного електродвигуна цієї групи.

На електростанціях для захисту від КЗ електродвигунів власних потреб, пов'язаних з основним технологічним процесом, треба застосовувати автоматичні вимикачі.

5.3.60 Захист електродвигунів від перевантаження треба встановлювати у випадках, якщо з технологічних причин можливе перевантаження механізму, а також якщо за особливо важких умов пуску чи самозапуску необхідно обмежувати тривалість пуску за зниженої напруги. Захист треба виконувати з витримкою часу і можна здійснювати струмовим електротепловим реле або іншими пристроями, зокрема відповідними розчіплювачами автоматичних вимикачів.

Захист від перевантаження має діяти на вимкнення, на сигнал або на розвантаження механізму, якщо воно можливе.

Застосовувати захист від перевантаження не обов'язково для електродвигунів з повторно-короткочасним режимом роботи.

5.3.61 Захист мінімальної напруги треба встановлювати:

- для електродвигунів постійного струму, які не допускають безпосереднього увімкнення в мережу;
- для електродвигунів механізмів, самозапуск яких після зупину є недопустимим за умовами технологічного процесу або за умовами безпеки;
- для частини інших електродвигунів відповідно до умов, наведених у **5.3.55**.

Для відповідальних електродвигунів, яким потрібен самозапуск, у разі їх увімкнення за допомогою контакторів і пускачів з утримувальною обмоткою, в колі керування треба застосовувати механічні або електричні пристрої витримки часу, які забезпечують увімкнення електродвигуна за відновлення напруги протягом заданого часу. Для таких електродвигунів, якщо це допустимо за умовами технологічного процесу та умовами безпеки, можна також замість кнопок керування застосовувати вимикачі, з тим щоб коло утримувальної обмотки залишалося замкнутим, крім допоміжних контактів пускача, і цим забезпечувалося автоматичне увімкнення за відновлення напруги незалежно від часу перерви живлення.

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

5.3.63 Захист електродвигунів змінного струму від струмів КЗ треба виконувати в усіх фазах у разі їх захисту як запобіжниками, так і автоматичними вимикачами.

Захист електродвигунів змінного струму від струмів перевантаження треба виконувати в усіх фазах у разі їх захисту запобіжниками, автоматичними вимикачами або тепловими реле.

Захист електродвигунів постійного струму від струму КЗ і перевантажень треба виконувати в одному полюсі.

5.3.64 Апарати захисту електродвигунів мають задовольняти вимогам глави 3.1 цих Правил. Захисти електродвигунів від КЗ, перевантаження, мінімальної напруги тощо можна здійснювати розчіплювачами, встановленими в один апарат захисту (бажаним є використання розчіплювачів, дію яких засновано на різних принципах).

5.3.65 Спеціальні види захисту від роботи на двох фазах допускається застосовувати як виняток на електродвигунах, які не мають захисту від перевантаження, і для яких існує підвищена ймовірність втрати однієї фази що призводить до виходу електродвигуна з ладу з тяжкими наслідками.

ЗАХИСТ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НАПРУГОЮ ПОНАД 1 кВ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

5.3.66 Для захисту приєднаних до загальних шин повітряними лініями (струмопроводами) електродвигунів потужністю понад 3 МВт як захисні апарати від перенапруг треба застосовувати РВ І групи або ОПН з відповідними залишковими напругами грозових імпульсів та захисні конденсатори C_0 ємністю, не меншою ніж 0,5 мкФ на фазу. Захисні апарати треба встановлювати на шинах РУ. ОПН треба вибирати відповідно до СОУ-Н МЕНВ 40.1-21677681-67.

Захист підходів ПЛ до РУ електростанцій, підстанцій і струмопроводів до електродвигунів треба виконувати з рівнем грозостійкості, не меншим ніж 50 кА.

Якщо електричний двигун і ПЛ приєднано до загальних шин РУ, то підходи цих ПЛ має бути захищено від грозових перенапруг згідно з вимогами **5.2.71** цих Правил.

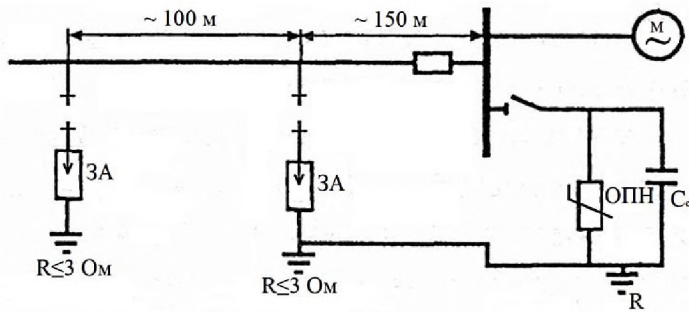
5.3.67 Дозволено не виконувати захист від прямих ударів блискавки за допомогою стрижньових блискавковідводів і грозозахисних тросів підходів ПЛ на дерев'яних опорах і відкритих струмопроводах до електродвигунів потужністю до 3 МВт у разі, якщо:

- на ПЛ встановлено два комплекти захисних апаратів (РВ або ОПН, рис. 5.3.1, *а*) з опорами заземлення, не більшими ніж 3 Ом. Заземлювач ближчого до шин РУ захисного апарата з'єднано найкоротшим шляхом із заземлювальним пристроєм РУ;

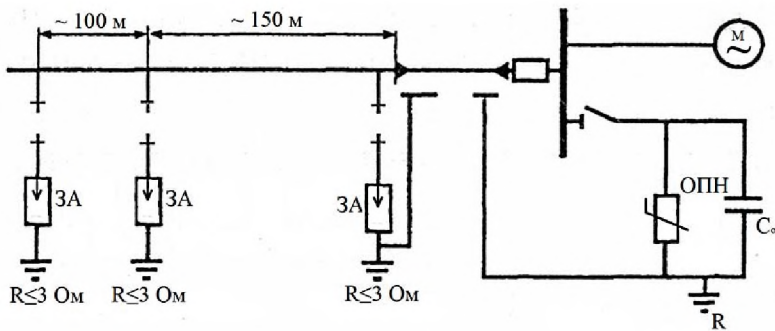
- на ПЛ з кабельною вставкою будь-якої довжини перед кабелем з боку ПЛ встановлено ОПН, заземлювальний затискач якого найкоротшим шляхом приєднано до металевих оболонок кабелю і заземлювача (рис. 5.3.1, *б*).

5.3.68 На шинах, які живлять електродвигуни через кабельні вставки, має бути встановлено РВ І групи або ОПН і захисні конденсатори ємністю, не меншою ніж 0,5 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.



а



б

Рисунок 5.3.1 – Схеми захисту електродвигунів потужністю до 3 МВт у разі підходу ПЛ на дерев'яних опорах.

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]