МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

РОЗДІЛ 5
ЕЛЕКТРОСИЛОВІ УСТАНОВКИ

Глава 5.2 Генератори та синхронні компенсатори

Видання офіційне

Київ 2015

ПЕРЕДМОВА

1	**ЗАМОВЛЕНО:**	Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
2	**РОЗРОБЛЕНО:**	Відокремлений підрозділ «Науково-технічний центр електроенергетики» державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго»
3	**РОЗРОБНИКИ:**	А. Квицинський (керівник розробки), І. Кокотко (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 5.2 розділу 5 «Правил устройства электроустановок», погодженої Держбудом СРСР 26 жовтня 1973 р., затвердженої Головтехуправлінням Міненерго СРСР 10 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 устройства электроустановок.

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

Міністр **В. Демчишин**

ЗМІСТ

		С.
5.2.1	Сфера застосування	1
5.2.2	Нормативні посилання	2
5.2.3 – 5.2.4	Терміни та визначення понять	2
5.2.5 – 5.2.14	Загальні вимоги	3
5.2.15 – 5.2.42	Охолодження і змащування	5
5.2.38 – 5.2.59	Системи збудження	11
5.2.60 – 5.2.66	Розміщення та встановлення генераторів, синхронних компенсаторів і їх допоміжного устаткування	15
5.2.67 – 5.2.74	Захист від грозових перенапруг	17

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 5.2 Генератори та синхронні компенсатори 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 5.2 Генератори та синхронні компенсатори

Чинний від 2016-03-04

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

5.2.1 Ця глава Правил поширюється на стаціонарне встановлення в спеціальних приміщеннях (машинних залах) або на відкритому повітрі турбогенераторів (у разі з'єднання з паровими і газовими турбінами) та гідрогенераторів електростанцій, включаючи гідрогенератори-двигуни (ГГД) 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 (перелік 8)**, **5.1.31 – 5.1.33**. Установлення допоміжного устаткування генераторів і синхронних компенсаторів (електродвигунів, розподільчих установок і пускорегулювальної апаратури, щитів тощо) має відповідати вимогам відповідних глав цих Правил.

НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

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

ДСТУ 3429-96 Електрична частина електростанції та електричної мережі. Терміни та визначення

ДСТУ 4265:2003 (ГОСТ 21558-2000, MOD) Системи збудження турбогенераторів, гідрогенераторів та синхронних компенсаторів. Загальні технічні умови

ГОСТ 183-74 Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия (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 40.1.00100227-68:2012 Стійкість енергосистем. 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 40.12-00100227-47:2011 Обмежувачі перенапруг нелінійні напругою 110 – 750 кВ. Настанова щодо вибору та застосування

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

5.2.3 У цій главі Правил використано терміни, установлені в: ГОСТ 27471: генератор (електромашинний), турбогенератор, гідрогенератор, компенсатор (електромашинний), синхронна машина; у ДСТУ 4265: форсування збудження, гасіння поля,

роззбудження, тиристорні системи збудження, діодна система збудження, система збудження, збудник; у ДСТУ 3429: кабельна лінія, шинопровід.

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

автоматичний регулятор збудження

Пристрій, який є складовою частиною системи збудження і який діє на збудник синхронної машини з метою автоматичного підтримання напруги генератора і електричної мережі на заданому рівні.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

5.2.5 Генератори, синхронні компенсатори та їх допоміжне устаткування, які встановлюють на відкритому повітрі, повинні мати спеціальне виконання.

5.2.6 Конструкція генераторів і синхронних компенсаторів має забезпечувати їх нормальну експлуатацію терміном, не меншим ніж 25 років, з можливістю заміни деталей, які зношуються і пошкоджуються, та вузлів за допомогою основних вантажопідіймальних механізмів і засобів малої механізації без повного розбирання машини.

5.2.7 Генератори і синхронні компенсатори має бути обладнано контрольно-вимірювальними приладами відповідно до вимог глави 1.6 цих Правил, пристроями керування, сигналізації, захисту відповідно до **3.2.34** – **3.2.50** і **3.2.72** – **3.2.90** цих Правил, системою збудження з пристроями гасіння поля, захисту ротора від перенапруг, автоматичними регуляторами збудження (АРЗ) відповідно до **3.3.52** – **3.3.60** цих Правил, а також, як правило, пристроями автоматики для забезпечення автоматичного пуску, роботи і зупину агрегату. Крім того, турбогенератори потужністю 100 МВт і більше та синхронні компенсатори з водневим охолодженням має бути обладнано пристроями дистанційного контролю вібрації підшипників.

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

5.2.8 Гідрогенератори, гідрогенератори-двигуни та їх допоміжні системи повинні відповідати вимогам ГОСТ 5616, ГОСТ 183, ДСТУ 4265 і технічним умовам на генератори.

Конструкціями гідрогенератора і системи його водопостачання має бути передбачено можливість повного видалення води, а також відсутність застійних зон під час ремонту в будь-яку пору року.

Панелі керування, релейного захисту, автоматики, збудження і безпосереднього водяного охолодження гідрогенератора треба, як правило, розміщувати в безпосередній близькості від нього.

5.2.9 Електричні та механічні параметри потужних турбо- і гідрогенераторів треба, як правило, приймати оптимальними щодо навантажувальної здатності. За необхідності забезпечення статичної та динамічної стійкості роботи параметри генераторів можна приймати відмінними від оптимальних щодо навантажувальної здатності під час обґрунтування техніко-економічними розрахунками і розрахунками згідно із СОУ-Н МЕВ 40.1.00100227-68.

5.2.10 Номінальну напругу генераторів треба приймати на основі техніко-економічних розрахунків за погодженням із заводом-виробником і відповідно до вимог чинних ДСТУ, ГОСТ.

5.2.11 Установлення додаткового устаткування для використання гідрогенераторів та гідрогенераторів-двигунів як синхронних компенсаторів має бути обґрунтовано техніко-економічними розрахунками.

5.2.12 Для монтажу, розбирання і складання генераторів, синхронних компенсаторів та їх допоміжного устаткування треба передбачати стаціонарні, пересувні або інвентарні підіймально-транспортні пристосування і механізми.

5.2.13 У разі застосування зовнішніх вантажопідіймальних кранів гідроелектростанцій треба передбачати прості заходи для унеможливлення дії дощів та снігу на устаткування за тривалого розкриття приміщень і монтажних майданчиків.

5.2.14 Електростанції повинні мати приміщення для зберігання резервних стержнів обмотки статора. Приміщення мають бути сухими, опалюваними, з температурою, не нижчою ніж +10 °С, обладнаними спеціальними стелажами.

ОХОЛОДЖЕННЯ І ЗМАЩУВАННЯ

5.2.15 У разі використання морської або прісної води з агресивним впливом газоохолоджувачі, теплообмінники, маслоохолоджувачі, а також трубопроводи та арматуру до них треба виконувати з матеріалів, стійких до дії корозії.

5.2.16 Генератори та синхронні компенсатори з розімкненою системою охолодження і гідрогенератори потужністю 1 МВт і більше з частковим відбором повітря для опалювання має бути забезпечено фільтрами для очищення повітря, яке входить до них ззовні, а також пристроями для швидкого припинення його подавання в разі займання генератора або синхронного компенсатора.

5.2.17 Для генераторів і синхронних компенсаторів із замкненою системою повітряного охолодження має бути виконано такі заходи:

1) Камери холодного і гарячого повітря повинні мати щільно засклені оглядові лючки, які зачиняються.

2) Двері камер холодного і гарячого повітря повинні бути сталевими, такими, що щільно зачиняються, відкриваються назовні, і мати самозамикальні замки, які відмикаються без ключа зсередини камер.

3) Усередині камер холодного і гарячого повітря має бути обладнано освітлення з вимикачами, винесеними назовні.

4) Короби гарячого повітря, а також конденсатори і водопроводи парових турбін, якщо вони містяться в камерах охолодження, має бути покрито тепловою ізоляцією, щоб уникнути підігрівання холодного повітря і конденсації вологи на поверхні труб.

5) У камерах холодного повітря має бути влаштовано кювети для видалення води, яка сконденсувалася на повітроохолоджувачах. Для турбогенераторів кінець труби, що виводить воду в дренажний канал, має бути забезпечено гідравлічним затвором, при цьому рекомендовано мати пристрій сигналізації, який реагує на появу води в зливній трубі.

6) Корпус, стики, повітровід та інші ділянки треба ретельно ущільнювати для запобігання присосам повітря в

замкнену систему вентиляції. У дверях камер холодного повітря турбогенераторів і синхронних компенсаторів має бути виконано організований присос повітря через фільтр, який установлюють у зоні розрідження (після повітроохолоджувача).

7) Стіни камер і повітряних коробів мають бути гладенькими і щільними; їх має бути пофарбовано світлою, такою, що не підтримує горіння, фарбою або облицьовано керамічними глазурованими плитками чи пластиковим покриттям, яке не підтримує горіння. Підлога камер і фундаменти повинні мати покриття, яке не допускає утворення пилу (наприклад, цементне з мармуровою крихтою, з керамічної плитки).

5.2.18 Турбогенератори і синхронні компенсатори з водневим охолодженням має бути обладнано:

1) Установкою централізованого вироблення або централізованого постачання водню з механізацією навантаження і розвантаження газових балонів на ній, газопроводами підживлення газом і приладами контролю за параметрами газу (тиск, чистота тощо) в генераторі або синхронному компенсаторі.

Для подавання водню від газових резервуарів до машинного залу передбачають одну магістраль. Для турбогенераторів, за необхідності, може бути прокладено дві магістралі; прокладання двох ліній повинно бути економічно обґрунтованим. Схему газопроводів виконують кільцевою секціонованою. Для синхронних компенсаторів виконують одну магістраль.

Для попередження утворення вибухонебезпечної газової суміші на живильних водневих лініях і на лініях подачі повітря має бути забезпечено можливість створення видимих розривів перед турбогенератором і синхронним компенсатором.

2) Установкою централізованого вироблення або централізованого постачання інертних газів (вуглекислого газу або азоту) з механізацією навантаження і розвантаження газових балонів на ній – для витіснення водню або повітря з генератора (синхронного компенсатора), для продування і гасіння пожежі в головному масляному баку турбіни, в опорних підшипниках генератора і в струмопроводах.

3) Основним, резервним, а турбогенератори, крім того, і аварійними джерелами 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.

4) Автоматичними регуляторами тиску масла на водневих ущільненнях турбогенераторів. Тиск масла на ущільненнях валу ротора турбогенератора має перевищувати тиск водню в корпусі машини; нижню та верхню межі перепаду тиску треба зазначати в інструкції заводу-виробника. У схемі маслопостачання обхідні вентилі регуляторів мають бути регульованими, а не запірними, для унеможливлення стрибків тиску масла під час переходів з ручного регулювання на автоматичне і навпаки. Запірну арматуру, яку встановлено на маслопроводах ущільнення генератора, має бути опломбовано в робочому положенні.

5) Пристроями для осушування водню, увімкненими в контур циркуляції водню в генераторі або синхронному компенсаторі.

6) Попереджувальною сигналізацією, яка діє в разі несправностей газомасляної системи водневого охолодження і відхилення її параметрів (тиск, чистота водню, перепад тиску масло – водень) від заданих значень.

7) Контрольно-вимірювальними приладами і пристроями автоматики для контролю та керування газомасляною системою водневого охолодження, при цьому не допускається розміщувати газові та електричні прилади на одній закритій панелі.

8) Вентиляційними установками в місцях скупчення газу головного масляного бака, масляних камер на зливі, основних підшипників турбогенератора тощо.

У фундаментах турбогенераторів і синхронних компенсаторів не має бути порожнеч, в яких може скупчуватися водень. За наявності просторів, обмежених будівельними конструкціями (балки, ригелі тощо), в яких може скупчуватися водень, з найбільш високих точок цих просторів має забезпечуватися вільний вихід водню вгору (наприклад, шляхом закладення труб).

9) Дренажними пристроями для зливання води і масла з корпусу машини.

Система дренажу має унеможливлювати перетікання гарячого газу у відсіки холодного газу.

10) Покажчиком появи рідини в корпусі турбогенератора (синхронного компенсатора).

11) Джерелом і трубопроводами подачі стиснутого повітря з надмірним тиском, не меншим ніж 0,2 МПа; на лініях подачі повітря в машину має бути передбачено фільтр і осушувач повітря.

5.2.19 Генератори та синхронні компенсатори з водяним охолодженням обмоток має бути обладнано:

1) Трубопроводами, арматурою і апаратами системи водяного охолодження, виконаними з матеріалів, стійких до дії корозії.

2) Основним і резервним насосами дистиляту.

3) Механічними, магнітними та іонітними фільтрами дистиляту і пристроями для очищення дистиляту від газових домішок. Дистилят не повинен мати домішок солей і газів.

4) Розширювальним баком із захистом дистиляту від зовнішнього середовища.

5) 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.

6) Попереджувальною сигналізацією і захистом, який діє в разі відхилень від нормального режиму роботи системи водяного охолодження.

7) Контрольно-вимірювальними приладами і пристроями автоматики для контролю та керування системою водяного охолодження.

8) Пристроями виявлення витоку водню в тракт водяного охолодження обмоток статора.

9) 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.

5.2.20 У кожній системі трубопроводів, які підводять воду до газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів, треба установлювати фільтри, при цьому має передбачатися можливість їх очищення і промивання без порушення нормальної роботи генератора та синхронного компенсатора.

5.2.21 Кожна секція газоохолоджувачів і теплообмінників повинна мати засувки для вимкнення її від напірного і зливного колекторів та для розподілу води по окремих секціях.

На загальному трубопроводі, який відводить воду зі всіх секцій охолоджувачів кожного генератора, треба встановлювати електрифіковану 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.

5.2.22 Кожна секція газоохолоджувачів і теплообмінників у найвищій точці повинна мати крани для випуску повітря.

5.2.23 У системі охолодження газу або повітря турбогенераторів і синхронних компенсаторів має передбачатися регулювання температури охолоджувальної води за допомогою рециркуляційних пристроїв.

5.2.24 У схемі подавання охолоджувальної води треба передбачати автоматичне увімкнення резервного насоса в разі вимкнення працюючого, а також під час зниження тиску охолоджувальної води. У синхронних компенсаторах має передбачатися резервне живлення від надійного постійно діючого джерела охолоджувальної води (система технічної води, баки тощо).

5.2.25 На живильних трубопроводах технічного водопостачання генераторів треба установлювати витратоміри. У турбогенераторах із замкнутим контуром газохолоджувачів і теплообмінників треба передбачати витратоміри з сигнальним органом.

5.2.26 На площадці турбіни, з'єднаної з турбогенератором, який має водяне або водневе охолодження, треба установлювати: манометри, які показують тиск охолоджувальної води в напірному колекторі, тиск водню в корпусі турбогенератора, тиск вуглекислого газу (азоту) в газопроводі до генератора; пристрої сигналізації зниження тиску води в напірному колекторі; пост газового керування; щити керування газомасляним і водяним господарствами.

5.2.27 На місці встановлення насосів газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів треба установлювати манометри на напірному колекторі та насосах, на вході та виході води з фільтрів.

5.2.28 На напірних і зливних трубопроводах газоохолоджувачів, теплообмінників і маслоохолоджувачів має бути вбудовано гільзи для ртутних термометрів і термоперетворювачі опору.

5.2.29 Для синхронних компенсаторів, які встановлюють на відкритому повітрі, треба передбачати можливість зливання води з охолоджувальної системи під час зупину агрегату.

5.2.30 Газова система має задовольняти вимогам безпечної експлуатації водневого охолодження і проведення операцій щодо заміни охолоджувального середовища в турбогенераторі та синхронному компенсаторі в нормальних і аварійних режимах.

5.2.31 Газову мережу треба виконувати із суцільнотягнутих труб із застосуванням газощільної арматури. Газопроводи повинні бути доступними для огляду і ремонту і мати захист від механічних пошкоджень.

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

5.2.33 У турбогенераторах потужністю 3 МВт і більше підшипники з боку, протилежного турбіні, підшипники збудника і водневі ущільнення мають бути електрично ізольованими від корпусу (фундаментних плит) та маслопроводів.

Конструкція ізольованого підшипника і водневих ущільнень має забезпечувати проведення періодичного контролю їх ізоляції під час роботи агрегату. У синхронному компенсаторі підшипники мають бути електрично ізольованими від корпусу компенсатора і маслопроводів. У синхронному компенсаторі з безпосередньо приєднаним збудником допускається ізолювати лише один підшипник (з боку, протилежного збуднику).

У гідрогенераторах підп'ятники і підшипники, розташовані над ротором, мають бути електрично ізольованими від корпусу.

5.2.34 На кожному маслопроводі електрично ізольованих підшипників турбогенераторів, синхронних компенсаторів і горизонтальних гідрогенераторів треба встановлювати послідовно два електрично ізольованих фланцевих з'єднання.

5.2.35 Підшипники турбогенераторів, синхронних компенсаторів та їх збудників, а також водневі ущільнення, масляні ванни підшипників і підп'ятників гідрогенераторів треба виконувати таким чином, щоб 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.

5.2.36 Для турбогенераторів з безпосереднім водневим охолодженням обмоток має бути встановлено автоматичні газоаналізатори контролю наявності водню в картерах підшипників і закритих струмопроводах з дією на сигнал.

5.2.37 Змішані системи охолодження генераторів і синхронних компенсаторів мають відповідати вимогам **5.2.16** – **5.2.18**.

СИСТЕМИ ЗБУДЖЕННЯ

5.2.38 Вимоги, наведені в **5.2.39** – **5.2.59**, поширюються на стаціонарні установки систем збудження турбо- і гідрогенераторів та синхронних компенсаторів.

5.2.39 До системи збудження генератора (синхронного компенсатора) входять: збудник (трансформатор з напівпровідниковим перетворювачем або генератор змінного струму з перетворювачем, або генератор постійного струму), АРЗ і система керування збудженням, комутаційна апаратура, пристрої початкового збудження, вимірювальні прилади, пристрої гасіння поля, засоби захисту ротора від перенапруг і захисту устаткування системи збудження від пошкоджень.

5.2.40 Системи збудження мають відповідати вимогам ДСТУ 4265, а також вимогам ГОСТ 183, ГОСТ 533, ГОСТ 5616 та нормативних документів на системи збудження конкретних типів, які затверджено в установленому порядку.

5.2.41 Системи збудження, у яких значення експлуатаційної напруги або тривалої діючої перенапруги (наприклад, у разі форсування збудження) перевищує 1 кВ, треба виконувати

відповідно до вимог цих Правил, які встановлено до електроустановок напругою, вищою ніж 1 кВ. У разі визначення перенапруг для тиристорних і діодних систем збудження враховують і комутаційні перенапруги.

5.2.42 Системи збудження треба обладнувати пристроями керування, захисту, сигналізації та контрольно-вимірювальними приладами в обсягах, які забезпечують як ручний дистанційний, так і автоматичний пуск (у тому числі через АСУТП), роботу в усіх передбачених режимах, а також гасіння поля та зупин генератора і синхронного компенсатора.

5.2.43 Системи збудження (разом з АРЗ, які входять до їхнього складу) генераторів газотурбінних установок і гідрогенераторів-двигунів повинні забезпечувати, на вимогу замовника, необхідні режими регулювання збудження в режимах частотного пуску від тиристорних пускових пристроїв; також має бути забезпеченим необхідне регулювання збудження під час роботи оборотних агрегатів у режимі двигуна.

5.2.44 Випрямні установки систем збудження генераторів і синхронних компенсаторів треба обладнувати сигналізацією і захистом, які діють у разі підвищення температури вентилів або охолоджувального середовища понад допустиму, а також у разі зниження витрати охолоджувального середовища. Випрямні установки має бути забезпечено приладами для контролю випрямленого струму і випрямленої напруги. За наявності у випрямній установці декількох груп випрямлячів має бути встановлено прилади для контролю сили струму кожної групи.

5.2.45 Системи збудження має бути обладнано пристроями контролю ізоляції, які дають змогу здійснювати вимірювання опору ізоляції в процесі роботи, а також сигналізувати про його зниження нижче від норми. Допускається не виконувати таку сигналізацію для безщіткових систем збудження, збудники яких не обладнано щітково-контактними агрегатами з вимірювальними кільцями напруги ротора генератора.

5.2.46 Кола систем збудження, пов'язані з анодами і катодами випрямних установок, треба виконувати з рівнем ізоляції, який відповідає випробувальній напрузі анодних і катодних кіл.

Зв'язки анодних кіл випрямлячів, катодних кіл окремих груп, а також інших кіл за наявності пульсуючих чи змінних

струмів, які не компенсуються, треба виконувати кабелем без металевих оболонок. Кабельні лінії або шинопроводи живлення цих перетворювачів не треба прокладати через замкнуті металеві конструкції; конструкції для кріплення шин і кабелів треба виконувати з немагнітних матеріалів.

У колах живлення перетворювачів жили в паралельних трифазних кабелях треба підключати до різних фаз.

5.2.47 Зв'язки обмотки збудження генератора (синхронного компенсатора) з пристроями АРЗ і колами вимірювання і захисту напруги ротора треба виконувати окремими кабелями з підвищеним рівнем ізоляції без заходу через звичайні ряди затискачів. Приєднувати блоки АРЗ до обмотки збудження потрібно через рубильник з механічним або електричним блокуванням, а кола вимірювання напруги ротора – через запобіжники.

5.2.48 У разі застосування пристроїв гасіння поля з розривом кола ротора, а також у разі використання статичних збудників з перетворювачами обмотку ротора має бути захищено розрядником багатократної дії. Розрядник треба підключати паралельно ротору через активний опір, розрахований на тривалу роботу в разі пробою розрядника в режимі з напругою збудження, яка дорівнює 110 % від номінальної.

Зазначені розрядники повинні мати сигналізацію спрацювання.

5.2.49 Системи збудження генераторів і синхронних компенсаторів треба виконувати таким чином, щоб:

– вимкнення будь-якого з комутаційних апаратів у колах АРЗ і керування збудником не призводило до хибних форсувань у процесі пуску, зупину і роботи генератора на неробочому ході;

– зникнення напруги оперативного струму в колах АРЗ і керування збудником не призводило до порушення роботи генератора або синхронного компенсатора;

– була можливість виконувати ремонтні та інші роботи на випрямлячах та їх допоміжних пристроях під час роботи турбогенератора на резервному збуднику. Ця вимога не стосується безщіткових систем збудження. У тиристорних системах збудження із стовідсотковим резервуванням має бути передбачено можливість виконувати ревізію або ремонт на виведеному перетворювально-регулювальному каналі без відключення генератора від мережі;

– основні функціональні вузли керування і захисту систем збудження, виконані з використанням мікропроцесорної або мікроелектронної техніки, повинні мати, 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 швидкодійних захистів. Також допускається для захисту статичних перетворювачів застосовувати автоматичні вимикачі і запобіжники.

5.2.50 Тиристорні системи збудження мають передбачати можливість гасіння поля генераторів і синхронних компенсаторів переведенням перетворювача в інверторний режим.

У системах збудження зі статичними перетворювачами, виконаними за схемою самозбудження, а також у системах збудження з електромашинними збудниками треба застосовувати пристрій АГП.

5.2.51 Усі системи збудження (основні й резервні) повинні мати пристрої, які під час подавання імпульсу на гасіння поля забезпечують повне роззбудження (гасіння поля) синхронного генератора або компенсатора незалежно від спрацьовування АГП.

5.2.52 Система водяного охолодження збудника має забезпечувати можливість повного спуску води із системи, випуску повітря в разі заповнення системи водою, періодичного очищення теплообмінників.

Закривання і відкривання засувок системи охолодження на одному зі збудників не має призводити до зміни режиму охолодження на іншому збуднику.

5.2.53 Підлогу приміщень випрямних установок з водяною системою охолодження треба виконувати такою, щоб у разі витікання води унеможливлювалося потрапляння її на струмопроводи, КРУ та інше електроустаткування, розташоване нижче від системи охолодження.

5.2.54 Електромашинні збудники постійного струму (основні під час роботи без АРЗ і резервні) повинні мати релейне форсування збудження.

5.2.55 Турбогенератори повинні мати резервне збудження, схема якого має забезпечувати перемикання з робочого збудження на резервне і назад без вимкнення генераторів від мережі. Ця вимога

не стосується безщіткових систем збудження. Для турбогенераторів потужністю 12 МВт і менше необхідність резервного збудження встановлює головний інженер енергосистеми.

На гідроелектростанціях резервні збудники не встановлюють.

5.2.56 На турбогенераторах з безпосереднім охолодженням обмотки ротора перемикання з робочого збудження на резервне і назад треба виконувати дистанційно.

5.2.57 Система збудження гідрогенератора має забезпечувати можливість його початкового збудження за відсутності змінного струму в системі власних потреб гідроелектростанції.

5.2.58 На вимогу замовника систему збудження має бути розраховано на автоматичне керування в разі зупину в резерв синхронних генераторів і компенсаторів і пуску тих, які перебувають у резерві.

5.2.59 Усі системи збудження на час виходу з ладу АРЗ повинні мати резервне АРЗ або засоби, які забезпечують нормальне збудження, роззбудження і гасіння поля синхронної машини.

РОЗМІЩЕННЯ ТА ВСТАНОВЛЕННЯ ГЕНЕРАТОРІВ, СИНХРОННИХ КОМПЕНСАТОРІВ І ЇХ ДОПОМІЖНОГО УСТАТКУВАННЯ

5.2.60 Відстані від генераторів і синхронних компенсаторів до стін будівель, а також відстані між ними треба визначати за технологічними умовами, проте вони мають бути не меншими від наведених у **5.1.11** – **5.1.13** цих Правил.

Розміри машинного залу треба обирати з урахуванням:

1) можливості монтажу і демонтажу агрегатів без зупину інших працюючих агрегатів;

2) застосування кранів зі спеціальними, переважно жорсткими захоплювальними пристроями, які дають змогу повністю використовувати хід крана;

3) відмови від піднімання і опускання краном окремих довгих, але відносно легких деталей агрегату (штанги, тяга) з їх монтажем спеціальними піднімальними пристроями;

4) можливості розміщення вузлів і деталей під час монтажу і ремонту агрегату.

5.2.61 Фундамент і конструкцію генераторів і синхронних компенсаторів має бути виконано таким чином, щоб під час роботи устаткування вібрація устаткування, фундаменту і будівлі не перевищувала значень, установлених нормами.

5.2.62 Панелі управління, захисту, автоматики, збудження, маслопостачання і охолодження генератора і синхронного компенсатора, як правило, розміщують в закритих приміщеннях недалеко від нього, але поза фундаментами генератора або синхронного компенсатора.

Панелі і шафи системи збудження, включаючи силові панелі, шафи тиристорних перетворювачів, АРЗ і систем керування, як правило, розміщують в безпосередній близькості один від одного (рекомендовано в один ряд). Допускається встановлювати теплообмінники в іншому приміщенні, при цьому панель керування теплообмінником треба встановлювати поряд з ним.

Окремо допускається також встановлювати джерела живлення системи збудження і опори самосинхронізації (опори для закорочування обмотки ротора).

5.2.63 Турбогенератори і синхронні компенсатори з повітряним охолодженням і гідрогенератори повинні мати пристрої для гасіння пожежі водою. Можна також застосовувати інші пристрої.

На гідрогенераторах автоматизованих гідростанцій, а також на синхронних компенсаторах з повітряним охолодженням, установлених на підстанціях без постійного чергування персоналу, пожежогасіння треба 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.

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

Поблизу гідрогенераторів допускається встановлювати повітрозбірники стиснутого повітря.

5.2.65 Для гасіння пожежі в турбогенераторах і синхронних компенсаторах з 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).

5.2.66 Балони з вуглекислим газом (азотом), які встановлюють у центральній вуглекислотній (азотній) установці, треба зберігати в умовах, визначених правилами Держгірпромнагляду України.

ЗАХИСТ ВІД ГРОЗОВИХ ПЕРЕНАПРУГ

5.2.67 Генератори і синхронні компенсатори потужністю понад 50 МВт (50 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.

5.2.68 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 розподільчих 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.

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

5.2.70 Для захисту приєднаних до загальних шин повітряними лініями (струмопроводами) генераторів і синхронних компенсаторів треба застосовувати розрядники I групи або ОПН з відповідними залишковими напругами грозових імпульсів струму та захисні конденсатори C_0 ємністю, не меншою ніж 0,5 мкФ на фазу. Захисні апарати треба 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 ПЛ і КЛ застосовують ОПН, які вибирають відповідно до СОУ-Н МЕВ 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.

5.2.71 Якщо генератор (синхронний компенсатор) і ПЛ приєднано до загальних шин РУ електростанції або підстанції (ПС), то підходи цих ПЛ мають бути захищеними від грозових перенапруг з виконанням таких вимог:

а) підхід ПЛ з металевими або залізобетонними опорами має бути захищеним грозозахисним тросом на довжині, не меншій ніж 300 м, а на початку тросової ділянки треба встановлювати комплект захисних апаратів (ЗА) – розрядники або ОПН (рис. 5.2.1, *а*). Опір заземлення ЗА не має перевищувати 3 Ом, а опір заземлення опор на тросовій ділянці ПЛ – 10 Ом.

На підходах ПЛ з дерев'яними опорами додатково треба встановлювати комплект ЗА (рис. 5.2.1, *б*) на відстані близько 150 м від початку тросової ділянки у бік лінії. Опір заземлення цих ЗА має бути не більшим ніж 3 Ом;

б) на ПЛ, приєднаних до електростанцій і ПС кабельними вставками довжиною до 0,5 км, захист підходу треба виконувати так само, як і на ПЛ без кабельних вставок, і додатково встановлювати комплект ОПН (рис. 5.2.1, *в*,*г*) у місці приєднання ПЛ до кабелю. Заземлюваний вивід ОПН найкоротшим шляхом треба приєднувати до броні, металевої оболонки кабелю і заземлювача з опором заземлення, не більшим ніж 5 Ом;

в) якщо підхід ПЛ на довжині, не меншій ніж 300 м, захищено від прямих ударів блискавки високими будинками, спорудами, деревами тощо, то підвішувати грозозахисний трос на

ПЛ не потрібно. За таких умов на початку захисної ділянки трба встановлювати комплект ЗА (рис. 5.2.1, *д*). Опір заземлення ЗА повинен бути не більшим 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 більшим ніж 3 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 (3 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, *з*) на відстані 100 – 150 м від ПС (електростанції). Опір заземлювача ЗА має бути не більшим ніж 3 Ом, а захищати ПЛ грозозахисним тросом не потрібно.

5.2.72 У разі застосування відкритого струмопроводу для приєднання генератора (синхронного компенсатора) до трансформатора струмопровід має бути розташовано в зонах захисту блискавковідводів і споруд ПС (електростанції). Місця приєднання блискавковідводів до заземлювального пристрою ПС (електростанції) має бути віддалено від місць приєднання до нього заземлюваних елементів струмопроводу, рахуючи по магістралях заземлення, на відстань, не меншу ніж 20 м.

Якщо відкритий струмопровід прокладено поза зонами захисту блискавковідводів ВРУ, він має бути захищеним від прямих ударів блискавки 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 меншою ніж 5 м.

5.2.73 У разі приєднання відкритого струмопроводу до РУ генераторної напруги через струмообмежувальний реактор перед реактором потрібно встановлювати комплект РВ IV групи або відповідних ОПН.

5.2.74 Для захисту генераторів від хвиль грозових перенапруг, які набігають струмопроводом, та індукованих перенапруг потрібно встановлювати комплект РВ I групи (або ОПН) і захисні конденсатори, ємності яких (на три фази) мають бути не меншими ніж:

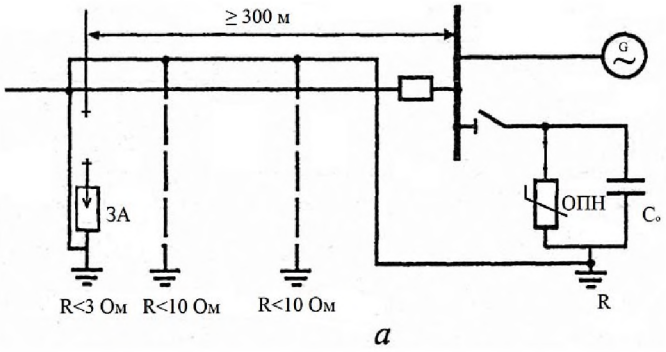
– за напруги 6 кВ – 0,8 мкФ;

– за напруги 10 кВ – 0,5 мкФ;

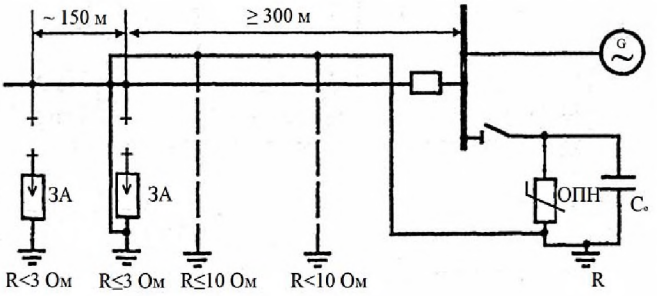
– за напруги 13,8 – 20 кВ – 0,4 мкФ.

Захисні конденсатори можна не встановлювати, якщо сумарна електрична ємність генератора і кабельної мережі на шинах генераторної напруги є не меншою від наведених значень (під час визначення ємності кабельної мережі враховують ділянки кабелів на довжині до 750 м).

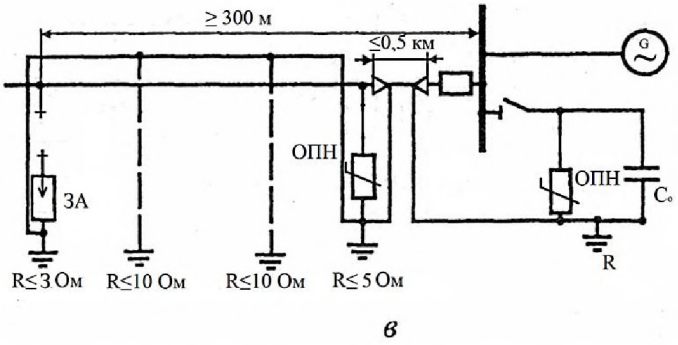
Якщо РУ ПС приєднано відкритим струмопроводом до РУ генераторної напруги теплоелектростанції з генераторами потужністю до 120 МВт, то захист струмопроводу від прямих ударів блискавки треба виконувати відповідно до **5.2.72**.



а

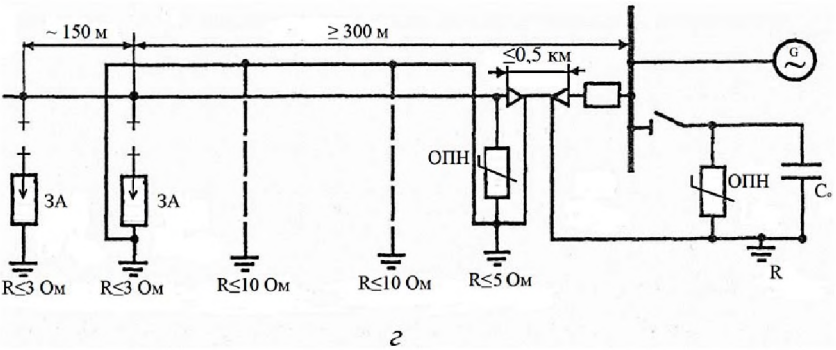


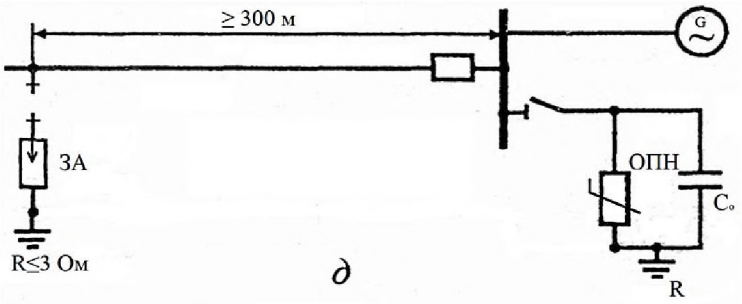
б



в

Рисунок 5.2.1, аркуш 1





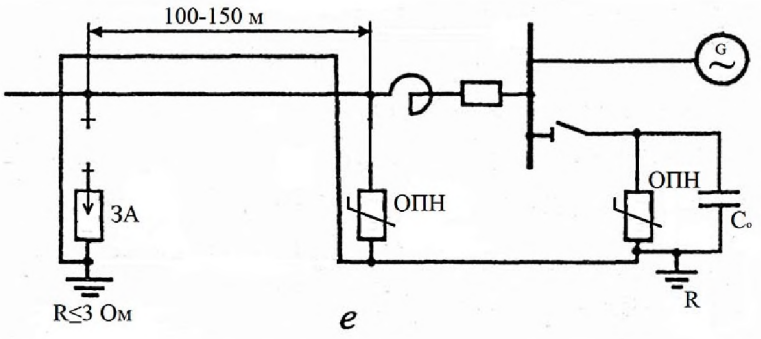
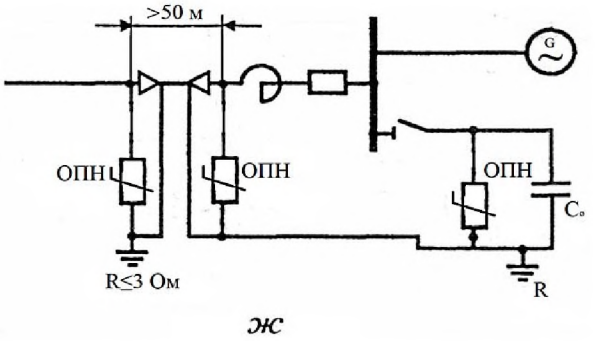


Рисунок 5.2.1, аркуш 2



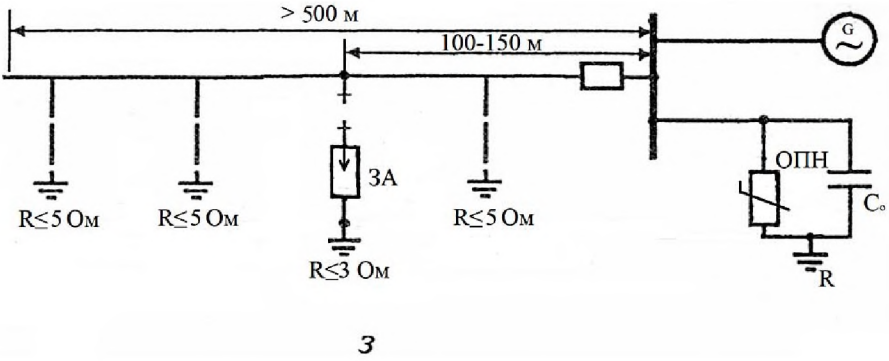


Рисунок 5.2.1, аркуш 3