

МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ

**ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ
ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК**

**РОЗДІЛ 1
ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА**

Глава 1.8 Норми приймально-здавальних випробувань

Видання офіційне

Київ 2014

ПЕРЕДМОВА

- 1 ЗАМОВЛЕНО:** Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
- 2 РОЗРОБЛЕНО:** Відокремлений підрозділ «Науково-технічний центр електроенергетики» державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго» за участі ВАТ «ЛьвівОРГРЕС»
- 3 РОЗРОБНИКИ:** В. Драчук, І. Кавич
А. Квицинський (керівник розробки), І. Майстренко,
В. Молчанов, І. Петренко,
В. Сантоцький, В. Стафійчук,
В. Сприса (відповідальний виконавець), М. Стрелковський
- 4 ВНЕСЕНО:** Відділ нормативно-технологічного забезпечення роботи електричних мереж та станцій Департаменту з питань функціонування та реформування електроенергетичного сектора Міненерговугілля України, Л. Власенко
- 5 УЗГОДЖЕНО:** Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України

**6 ЗАТВЕРДЖЕНО
ТА НАДАНО
ЧИННОСТІ:**

Наказ Міненерговугілля України
від 20 червня 2014 р. № 469

7 НА ЗАМІНУ:

Глави 1.8 розділу 1 «Правил
устройства электроустановок»,
погодженої Держбудом СРСР
28 травня 1974 р.,
затвердженої Головтехуправ-
лінням і Головенергонаглядом
Міненерго СРСР 21 січня 1975 р.

**8 ТЕРМІН
ПЕРЕВІРКИ:**

2019 рік

Право власності на цей документ належить Міненерговугілля України.

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

© Міненерговугілля України, 2014



МІНІСТЕРСТВО ЕНЕРГЕТИКИ ТА
ВУГІЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

НАКАЗ

«20» серпня 2014

м. Київ

№ 469

Про внесення змін та доповнень
до розділу 1 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 1. Загальні правила Празил улаштування електроустановок, шляхом викладення у новій редакції глави 1.1.-1.3., 1.5.-1.9. (далі – розділ 1 ПУЕ), що додається.

2. Розділ 1 ПУЕ набирає чинності через 90 днів з дня підписання цього наказу.

3. Об'єднанню енергетичних підприємств «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики» у встановленому порядку внести Розділ 1 ПУЕ до реєстру бази даних нормативних документів Міненерговугілля України.

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

видання необхідної кількості примірників розділу 1 ПУЕ, відповідно до замовлень;

подальший науково-технічний супровід впровадження розділу 1 ПУЕ.

5. З дня набрання чинності Розділом 1 ПУЕ визнати такими, що втратили чинність:

глави 1.1.-1.3., 1.5.-1.6., 1.8. Розділу 1 Правил устроюства електроустановок;

наказ Міністерства енергетики України від 31.03.2011 № 36 «Про затвердження та запровадження нової редакції глави 1.7 «Заземлення і захисні заходи від ураження електричним струмом» Правил улаштування електроустановок»;

наказ Міністерства енергетики України від 04.10.2006 № 367 «Про затвердження та введення в дію нормативного документа «Правила улаштування електроустановок. Розділ 1. Загальні правила. Глава 1.9. Зовнішня ізоляція електроустановок».

6. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Уряду В.Ю.

Міністр



Ю. Продав

ЗМІСТ

	С.
1.8.1 – 1.8.3	Сфера застосування 1
1.8.4 – 1.8.10	Терміни та визначення понять 1
1.8.11 – 1.8.27	Загальні вимоги 2
1.8.28 – 1.8.56	Синхронні генератори 6
1.8.57 – 1.8.65	Машини постійного струму та колекторні збудники 26
1.8.66 – 1.8.76	Електродвигуни змінного струму 29
1.8.77 – 1.8.94	Силові трансформатори, автотрансфор- матори та масляні реактори 34
1.8.95 – 1.8.104	Трансформатори струму 40
1.8.105 – 1.8.107	Трансформатори напруги 43
1.8.108 – 1.8.118	Елегазові вимикачі 46
1.8.119 – 1.8.124	Вакуумні вимикачі 50
1.8.125 – 1.8.130	Вимикачі навантаження 51
1.8.131 – 1.8.136	Роз'єднувачі 53
1.8.137 – 1.8.140	Комплектні розподільчі установки внутрішнього та зовнішнього установлення 55
1.8.141 – 1.8.146	Комплектні екрановані струмопроводи 57
1.8.147 – 1.8.153	Компактні з'єднання збірних та з'єднувальних шин, проводів і грозозахисних тросів 60
1.8.154 – 1.8.155	Струмообмежувальні сухі реактори 62
1.8.156 – 1.8.163	Електрофільтри 63
1.8.164 – 1.8.168	Конденсатори 65

1.8.169 – 1.8.172	Вентильні розрядники та обмежувачі перенапруг	66
1.8.173 – 1.8.178	Запобіжники та запобіжники -роз'єднувачі на напругу, вищу ніж 1 кВ	67
1.8.179 – 1.8.182	Вводи та прохідні ізолятори.....	68
1.8.183 – 1.8.186	Опорні та опорно-стрижньові ізолятори	69
1.8.187 – 1.8.190	Трансформаторне масло	71
1.8.191 – 1.8.195	Апарати, вторинні кола та електропроводка напругою до 1 кВ	78
1.8.196 – 1.8.201	Акумуляторні батареї.....	81
1.8.202 – 1.8.208	Заземлювальні пристрої	82
1.8.209 – 1.8.216	Силові кабельні лінії.....	90
1.8.217 – 1.8.222	Повітряні лінії електропередавання напругою, вищою ніж 1 кВ	96
1.8.223 – 1.8.238	Електроустаткування систем збудження генераторів	97
Додаток А	Вказівки з увімкнення електричних машин змінного струму без сушіння	111

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 1.8. Норми приймально-здавальних випробувань розділу 1. Загальні правила.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства енергетики
та вугільної промисловості України
від 20 червня 2014 р. № 469

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА

Глава 1.8 Норми приймально-здавальних випробувань

Чинний від 2014-09-18

СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.8.1 Ця глава Правил поширюється на основне та допоміжне електроустаткування електроустановок напругою до 750 кВ, яке заново вводять у експлуатацію.

1.8.2 Вимоги цієї глави не поширюються на електрообладнання спеціальних електроустановок, приймально-здавальні випробування яких регламентовано іншими документами.

1.8.3 Ця глава встановлює нормовані показники та обсяги випробувань електроустаткування.

ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

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

1.8.4 випробна випрямлена напруга

Амплітудне значення випрямленої напруги, яку прикладають до електроустаткування впродовж заданого часу за певних умов випробувань

1.8.5 випробна напруга промислової частоти

Діюче значення напруги частотою 50 Гц, яке повинна витримувати впродовж заданого часу внутрішня і зовнішня ізоляція електроустаткування за певних умов випробувань

1.8.6 гранично допустиме значення параметра

Найбільше або найменше значення параметра, яке може мати роботоздатне електроустаткування

1.8.7 електроустаткування з нормальною ізоляцією

Електроустаткування, призначене для використання в електроустановках, які піддаються дії грозових перенапруг за звичайних заходів грозозахисту

1.8.8 електроустаткування з полегшеною ізоляцією

Електроустаткування, призначене для використання лише в електроустановках, які не піддаються дії грозових перенапруг, або які обладнано спеціальними пристроями грозозахисту, що обмежують амплітудне значення грозових перенапруг до значення, яке не перевищує амплітудного значення однохвилинної випробної напруги промислової частоти

1.8.9 ненормована вимірювана величина

Величина, абсолютне значення якої не регламентоване нормативними вказівками. Стан устаткування в цьому разі оцінюють зіставленням із даними аналогічних вимірювань на однотипному устаткуванні, що має наперед відомі хороші характеристики, або з результатами попередніх вимірювань

1.8.10 похибка вимірювання

Допустимі граничні похибки, які визначають за стандартизованою або атестованою методикою вимірювань.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ

1.8.11 Електроустаткування напругою до 750 кВ, яке заново вводять в експлуатацію, має бути підданим приймально-здавальним випробуванням відповідно до вимог цієї глави.

У разі проведення приймально-здавальних випробувань електроустаткування, не охопленого вимогами цієї глави, треба керуватися інструкціями підприємств-виробників.

1.8.12 Випробування одиничного електроустаткування, яке входить до складу комплексів, систем, агрегатів, потрібно проводити відповідно до вимог цієї глави і вказівок виробника. Випробування і перевірку комплексів і систем, таких як тиристорні пускові установки, регульований електропривід тощо, виконують згідно з методиками та документацією підприємств-виробників.

1.8.13 Під час проведення випробувань імпортного електроустаткування треба керуватися інструкціями підприємств-виробників та вимогами цих Правил, якщо вони не суперечать вимогам інструкцій.

Ізоляцію електроустаткування іноземних фірм (крім обертових машин), яка має електричну міцність, нижчу від передбаченої вимогами цієї глави, треба випробувати напругою, що дорівнює 90% випробної напруги підприємства-виробника, якщо немає інших вказівок.

1.8.14 Якщо вимоги інструкцій підприємств-виробників щодо обсягів і норм випробувань електроустаткування не співпадають з вимогами цієї глави, то необхідно керуватися інструкціями підприємств-виробників.

1.8.15 Електричні випробування і вимірювання ізоляції електроустаткування та відбір проб трансформаторного масла з баків апаратів необхідно проводити за температури ізоляції, не нижчої ніж 5 °С, крім спеціально передбачених нормами випадків, коли необхідна більш висока температура.

В окремих випадках за рішенням технічного керівника енергопідприємства вимірювання $\tan\delta$, опору ізоляції та інші вимірювання електроустаткування на напругу до 35 кВ можна проводити за більш низької температури. Вимірювання характеристик ізоляції, які виконано за від'ємних температур, необхідно повторити в якомога коротші терміни за температури ізоляції, не нижчої ніж 5 °С.

Під час визначення вологовмісту в маслі відбір проби проводять за температури ізоляції, не нижчої ніж 20 °С.

1.8.16 Електроустаткування та елементи ізоляції на номінальну напругу, що перевищує номінальну напругу електроустановки, в якій вони експлуатуються, можна випробувати підвищеною напругою промислової частоти за нормами, установленними для класу ізоляції даної електроустановки.

1.8.17 Випробування підвищеною напругою є обов'язковим для електроустаткування на напругу до 35 кВ; для електроустаткування на напругу понад 35 кВ – лише за наявності випробних пристроїв.

1.8.18 До і після випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти або випрямленою напругою необхідно вимірювати опір ізоляції мегаомметром. За опір ізоляції приймають одноквилинне значення виміряного опору R_{60} .

1.8.19 Норми тангенса кута діелектричних втрат ізоляції електроустаткування наведено для вимірювань, виконаних за температури електроустаткування 20 °С. Під час вимірювання тангенса кута діелектричних втрат ізоляції електроустаткування одночасно визначають також і її ємність.

1.8.20 Випробування напругою 1 кВ промислової частоти можна замінити вимірюванням одноквилинного значення опору ізоляції мегаомметром на напругу 2,5 кВ. Якщо при цьому значення опору ізоляції є меншим від наведеного в цих Правилах, то випробування напругою 1 кВ промислової частоти є обов'язковим. Вище зазначену заміну не дозволено в разі випробування відповідальних електричних машин і кіл релейного захисту та електроавтоматики, а також у випадках, зазначених у відповідних пунктах цієї глави.

1.8.21 Температуру ізоляції електроустаткування визначають таким чином:

- для силового трансформатора, який не піддавався нагріву, приймають температуру верхніх шарів масла, виміряну термометром, або по вмонтованих термоперетворювачах опору;
- для трансформатора, який піддавався нагріву або дії сонячної радіації, приймають середню температуру фази В обмотки вищої напруги, яку визначають за її опором постійному струму;
- для електричних машин, які знаходяться в холодному стані, приймають середньодобову температуру навколишнього повітря;
- для електричних машин, які піддавалися нагріву, приймають середню температуру обмотки, яку визначають за її опором постійному струму, або по вмонтованих термоперетворювачах опору;
- для трансформаторів струму та напруги приймають середньодобову температуру навколишнього середовища;
- для вводів, установлених на силовому трансформаторі, який не піддавався нагріву, приймають середньодобову температуру навколишнього повітря або масла в баку силового трансформатора;

– для введів, установлених на силовому трансформаторі, який піддавався нагріву, температуру ізоляції вводу визначають за формулою:

$$T = \frac{T_{II} + T_M}{2} \quad 1.8.1)$$

де T_{II} – температура навколишнього повітря, °С;
 T_M – температура верхніх шарів масла у трансформаторі, °С;
 T – середня температура ізоляції вводу, °С.

1.8.22 Під час проведення декількох видів випробувань ізоляції електроустаткування перед випробуванням підвищеною напругою необхідно ретельно оглянути та визначити стан ізоляції іншими методами.

Електроустаткування, забраковане під час зовнішнього огляду або за результатами випробувань і вимірювань, необхідно замінити або відремонтувати.

1.8.23 За відсутності необхідної випробної апаратури змінного струму дозволено випробувати електроустаткування розподільчих установок (напругою до 20 кВ) підвищеною випрямленою напругою, яка має дорівнювати півторакратному значенню випробної напруги промислової частоти.

Якщо випробування випрямленою напругою або напругою промислової частоти проводять без розшиновки електроустаткування розподільчих установок, то значення випробної напруги приймають за нормами для електроустаткування з найнижчим рівнем випробної напруги.

1.8.24 Пристрої релейного захисту, електроавтоматики та їх кола перевіряють в обсязі, наведеному у відповідних нормативних документах.

1.8.25 Висновок про придатність електроустаткування до експлуатації дають не тільки на основі порівняння результатів випробувань з нормами, але й за сукупністю результатів усіх проведених випробувань, вимірювань і оглядів.

Значення параметрів, одержаних під час випробувань і вимірювань, порівнюють з паспортними значеннями.

Результати приймально-здавальних вимірювань і випробувань є вихідними для порівняння з подальшими вимірюваннями в процесі експлуатації електроустаткування.

Під час комплексних випробувань дозволено здійснювати перевірку (технічне діагностування) засобами інфрачервоної техніки згідно з СОУ-Н ЕЕ 20.577:2007 «Технічне діагностування електрообладнання та контактних з'єднань електроустановок і повітряних ліній електропередачі засобами інфрачервоної техніки».

Значення параметрів приводять до температури, за якої отримано дані, щодо яких проводять порівняння.

1.8.26 Відбраковування вводів, апаратів, вимірювальних і силових трансформаторів, а також іншого електроустаткування за станом ізоляції проводять лише на основі розгляду всього комплексу вимірювань і характеристик масла, а також із урахуванням вказівок, зазначених у відповідних пунктах цієї глави.

1.8.27 Результати вимірювань і випробувань мають бути оформленими відповідними протоколами.

СИНХРОННІ ГЕНЕРАТОРИ

1.8.28 Умови введення в роботу синхронних генераторів без сушіння ізоляції

Після монтажу генератори, як правило, вводять у роботу без сушіння.

Під час вирішення питання про необхідність сушіння компаундованої, термореактивної та гільзової ізоляції обмотки статора генератора необхідно керуватися вказівками додатка А.

1.8.29 Вимірювання опору ізоляції

Опір ізоляції вимірюють мегаомметром, напругу якого зазначено в табл. 1.8.1. Допустимі значення опору ізоляції наведено в табл. 1.8.1.

1.8.30 Випробування ізоляції обмотки статора підвищеною випрямленою напругою з вимірюванням струму виток

Випробуванню підлягає кожна фаза або вітка окремо за інших фаз або віток, з'єднаних з корпусом.

Випрямлену випробну напругу приймають згідно з табл. 1.8.2.

Таблиця 1.8.1 – Допустимі значення опору ізоляції

Випробний елемент	Напруга мегаомметра, кВ	Допустимі значення опору ізоляції, МОм	Примітка
1	2	3	4
1 Обмотка статора	2,5/1,0/0,5*)	Для генераторів, які вводяться до експлуатації, граничне значення опору ізоляції однієї фази або вітки обмотки і відношення R_{60}''/R_{15}'' регламентують вказівками додатка А.	Кожна фаза або вітка окремо відносно корпусу та інших заземлених фаз або віток. Опір ізоляції у генераторах з водяним охолодженням обмотки статора вимірюють без води в обмотці за з'єднаних з екраном мегаомметра водозбірних колекторів, ізольованих від зовнішньої системи охолодження
2 Обмотка ротора	1,0 (дозволено 0,5)	Не менше ніж 0,5	За температури від 10 °С до 30 °С. Дозволено введення в експлуатацію генераторів потужністю, не вищою ніж 300 МВт з неявнополісними роторами, які мають опір ізоляції, не нижчий ніж 20 кОм за температури 20 °С. За більшої потужності введення генератора в експлуатацію з опором обмотки ротора, нижчим ніж 0,5 МОм за температури від 10 °С до 30 °С дозволено лише за погодженням з підприємством-виробником

Продовження таблиці 1.8.1

Випробний елемент	Напруга мегаомметра, кВ	Допустимі значення опору ізоляції, МОм	Примітка
1	2	3	4
3 Кола збудження генератора і колекторного збудника з усією приєднаною апаратурою (без обмоток ротора і збудника)	1,0 (дозволено 0,5)	Не менше ніж 1,0	
4 Обмотка колекторних збудника і підзбудника	1,0	Не менше ніж 0,5	
5 Бандажі якоря та колектора збудника і підзбудника	1,0	Не менше ніж 1,0	У разі заземленої обмотки якоря
6 Ізольовані стяжні болти сталі статора (доступні для вимірювання)	1,0	Не менше ніж 1,0	
7 Підшипники	1,0	Не менше ніж 0,3 для гідрогенераторів і 1,0 для турбогенераторів	Для гідрогенераторів вимірювання проводять, якщо дозволяє конструкція генератора і якщо в інструкції підприємства-виробника не зазначені більш жорсткі норми
8 Водневі ущільнення вала	1,0	Не менше ніж 1,0	
9 Щити вентиляторів турбогенераторів серії ТВВ	1,0	Не менше ніж 0,5	Вимірюють відносно внутрішнього щита та між напівищами вентиляторів

Кінець таблиці 1.8.1

Випробний елемент	Напруга мегаомметра, кВ	Допустимі значення опору ізоляції, МОм	Примітка	
			3	4
10 Щити вентиляторів турбогенераторів серії ТГВ	1,0	Не менше ніж 1,0		
11 Дифузори і обтікачі турбогенераторів серії ТГВ	0,5	Не менше ніж 1,0		Вимірюють між ущільненням і заднім диском дифузора, дифузорові і внутрішнім щитом, між половинками обтікача
12 Термоперетворювачі опору зі з'єднувальними проводами, з урахуванням з'єднувальних проводів, прокладених усередині генераторів: – у пазах осердя статора; – у інших місцях електричної машини	0,5 0,25	Не менше ніж 1,0 Не менше ніж 1,0		
13 Кінцевий вивід обмотки статора турбогенераторів серії ТГВ	2,5	1000		Вимірювання проводять до з'єднання виводу з обмоткою статора
* Опір ізоляції вимірюють за номінальної напруги обмотки, не вищої ніж 0,5 кВ, мегаомметром на напругу 0,5 кВ; вищої ніж 0,5 кВ до 1 кВ – мегаомметром на напругу 1 кВ; вищої ніж 1 кВ – мегаомметром на напругу 2,5 кВ.				

Таблиця 1.8.2 – Випробна випрямлена напруга для обмоток статорів генераторів

Номінальна напруга генератора, кВ	Випробна випрямлена напруга, кВ
До 3,3	$1,28 \cdot (2U_{НОМ} + 1)$
Вище 3,3 до 6,6	$1,28 \cdot 2,5U_{НОМ}$
Вище 6,6 до 20	$1,28 \cdot (2U_{НОМ} + 3)^*)$
Вище 20 до 24	$1,28 \cdot (2U_{НОМ} + 1)$
*) Значення випробної випрямленої напруги для турбогенераторів типу ТГВ потужністю 200 – 250 МВт і потужністю 300 – 600 МВт приймають відповідно 40 кВ і 50 кВ.	

Струми витоку для побудови кривих залежності їх від напруги необхідно вимірювати не менше ніж за п'яти однакових ступенів напруги. На кожному ступені напругу витримують протягом 1 хв, відлік струмів витоку проводять за 15 с і 60 с. За характером змінювання залежності струму витоку від випробної напруги, асиметрії струмів по фазах і за характером змінювання струму протягом однохвилинної витримки згідно з А.4 (додаток А) можна робити висновок про ступінь вологості ізоляції та наявність дефектів.

У разі, коли ізоляцію обмотки випробують підвищеною напругою промислової частоти і підвищеною випрямленою напругою, випробування випрямленою напругою проводять до випробування підвищеною напругою промислової частоти.

Примітка 1. У генераторах з водяним охолодженням обмотки статора випробування підвищеною випрямленою напругою виконують за вимогою виробника.

Примітка 2. Для турбогенераторів виробництва ДП „Завод „Електро-важмаш” на номінальну напругу 15,75 кВ і 20 кВ з водяним охолодженням обмотки статора значення випробної випрямленої напруги становить 36 кВ.

1.8.31 Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги приймають згідно з табл. 1.8.3. Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв. Випробуванню підлягає кожна фаза або вітка окремо від інших фаз або віток, з'єднаних з корпусом. Випробування ізоляції обмоток на електричну міцність необхідно проводити синусоїдальною напругою промислової частоти. Щоб уникнути спотворення синусоїдальності трансформованої напруги, до випробуваного трансформатора подають лінійну напругу трифазної системи.

Вимірювання випробної напруги проводять на стороні трансформованої напруги за допомогою електростатичного кіловольметра або вимірювального трансформатора напруги.

Ізоляцію обмотки статора машин рекомендовано випробувати до введення ротора в статор, а для гідрогенераторів – після стикування частин статора.

Під час випробування необхідно наглядати за станом лобових частин обмоток у турбогенераторах за знятих торцевих щитів, у гідрогенераторах – за відчинених вентиляційних люків.

У генераторах з водяним охолодженням обмоток ізоляцію обмотки статора випробують за циркуляції в системі охолодження дистилляту з питомим опором, не меншим ніж 100 кОм·см, і номінальної витрати, якщо в інструкції підприємства-виробника не вказано інші значення.

Ізоляцію обмотки ротора турбогенератора випробовують до введення ротора в генератор і під час номінальної частоти обертання ротора.

Після випробування ізоляції обмотки підвищеною напругою промислової частоти протягом 1 хв у генераторах на номінальну напругу 10 кВ і вище випробну напругу знижують до номінального значення і тримають протягом 5 хв для спостереження за характером коронування лобових частин обмотки статора. При цьому не повинно бути зосередженого в окремих точках світіння жовтого і червоного кольорів, появи диму, тління бандажів тощо. Голубе і біле світіння дозволено.

Таблиця 1.8.3 – Випробна напруга промислової частоти

Випробний елемент	Характеристика або тип генератора	Випробна напруга, кВ	Примітка
1	2	3	4
1 Обмотка статора генератора	Потужність до 1 МВт, номінальна напруга вище 0,1 кВ Потужність більше ніж 1 МВт, номінальна напруга до 3,3 кВ Потужність більше ніж 1 МВт, номінальна напруга вище 3,3 кВ до 6,6 кВ Потужність більше ніж 1 МВт, номінальна напруга вище 6,6 кВ до 20 кВ Потужність більше ніж 1 МВт, номінальна напруга вище 20 кВ	$1,6U_{НОМ} + 0,8$, але не менше ніж 1,2 $1,6U_{НОМ} + 0,8$ $2U_{НОМ}$ $1,6U_{НОМ} + 2,4$ $1,6U_{НОМ} + 0,8$	
2 Обмотка статора гідрогенератора, стикування частин якого виконують на місці монтажу, після закінчення повного складання обмотки та ізолювання з'єднань	Потужність до 1 МВт, номінальна напруга вище 0,1 кВ Потужність більше ніж 1 МВт, номінальна напруга до 3,3 кВ Потужність більше ніж 1 МВт, номінальна напруга вище 3,3 кВ до 6,6 кВ Потужність більше ніж 1 МВт, номінальна напруга вище 6,6 кВ до 20 кВ Потужність більше ніж 1 МВт, номінальна напруга вище 20 кВ	$2U_{НОМ} + 1,0$, але не менше ніж 1,5 $2U_{НОМ} + 1,0$ $2,5U_{НОМ}$ $2U_{НОМ} + 3,0$ $2U_{НОМ} + 1,0$	У разі складання статора на місці монтажу, але не на фундаменті, до встановлення статора на фундамент випробування його виконують за переліком 2, а після установа – за переліком 1 цієї таблиці

Продовження таблиці 1.8.3

Випробний елемент	Характеристика або тип генератора	Випробна напруга, кВ	Примітка
1	2	3	4
3 Обмотка явнопольного ротора	Генератори усіх потужностей	$8U_{ном}$ збудження генератора, але не нижче ніж 1,2 і не вище ніж 2,8	
4 Обмотка неявнопольного ротора	Те саме	1,0	Випробну напругу приймають 1 кВ у тому випадку, якщо це не суперечить вимогам технічних умов підприємства-виробника. Якщо технічними умовами передбачено більш жорсткі норми випробування, то випробна напруга має бути вищою
5 Обмотка колекторних збудника і підбудника	» »	$8U_{ном}$ збудження генератора, але не нижче ніж 1,2 і не вище ніж 2,8	Відносно корпусу і бандажів
6 Кола збудження генератора з усією приєднаною апаратурою	» »	1,0	
7 Реостат збудження	» »	1,0	

Кінець таблиці 1.8.3

Випробний елемент	Характеристика або тип генератора	Випробна напруга, кВ	Примітка
1	2	3	4
8 Резистор у колі гасіння поля і автомат гасіння поля (АГП)	» »	2,0	
9 Кінцевий вивід обмотки статора	ТГВ потужністю 200 – 250 МВт	31,0*) 34,5**)	Випробування проводять до установаження кінцевих виводів на турбогенератор
	ТГВ потужністю 300 – 600 МВт	39,0*) 43,0**)	
		ТВВ	Згідно з нормами інструкцій підприємства-виробника
*) Для кінцевих виводів, випробуваних на підприємстві-виробнику разом з ізоляцією обмотки статора. **) Для резервних кінцевих виводів перед установаженням на турбогенератор.			

Поєднувати випробування підвищеною напругою ізоляції обмотки статора та інших розташованих у ньому елементів з перевіркою газощільності корпусу генератора не дозволено.

Контрольні випробування ізоляції генераторів перед введенням їх у роботу (після введення ротора в статор і установлення торцевих щитів, але до встановлення ущільнень вала і заповнення воднем) проводять в повітряному середовищі за відчинених люків статора і наявності спостерігача біля цих люків (з дотриманням усіх заходів безпеки). У разі виявлення спостерігачем запаху горілої ізоляції, диму, відблисків вогню, звуків електричних розрядів та інших ознак пошкодження або загоряння ізоляції випробувальну напругу потрібно зняти, люки швидко зачинити і в статор подати інертний газ (вуглекислота, азот).

Контрольні випробування дозволено проводити після встановлення торцевих щитів і ущільнень у разі заповнення статора інертним газом або за номінального тиску водню. У цьому разі перед випробуванням ізоляції підвищеною напругою за заповненого воднем корпусу генератора необхідно виконати аналіз газу, щоб переконатися у відсутності вибухонебезпечної концентрації.

Під час випробування підвищеною напругою повністю зібраної машини необхідно забезпечити пильний нагляд за змінами струму і напруги в колі випробної обмотки і організувати прослуховування корпусу машини з дотриманням усіх заходів безпеки (наприклад, за допомогою ізолюючого стетоскопа). За наявності інших засобів контролю їх також можна використати. У разі виявлення під час випробувань відхилень від нормального режиму (поштовхи стрілок вимірювальних приладів, підвищені значення струмів витoku порівняно з тими, які спостерігалися раніше; клацання в корпусі машини тощо) випробування необхідно припинити і повторити за знятих щитів.

Під час випробування підвищеною напругою ізоляції обмоток генераторів необхідно дотримуватися заходів протипожежної безпеки.

1.8.32 Вимірювання опору постійному струму

Опір вимірюють за практично холодного стану генератора. Норми допустимих відхилень опору наведено в табл. 1.8.4. Значення вимірювань опорів необхідно привести до температури вимірювань на підприємстві-виробнику.

1.8.33 Вимірювання опору обмотки ротора змінному струму

Опір вимірюють для виявлення виткових замикань в обмотці ротора. У неявнополюсних роторах вимірюють опір усієї обмотки, а в явнополюсних – кожного полюса обмотки окремо або двох полюсів разом. Вимірювання виконують за напруги 3 В на виток, але не вище 220 В на трьох – чотирьох ступенях частоти обертання, враховуючи і номінальну (крім турбогенераторів з безщітковою системою збудження), а також і в нерухомому стані. Опір полюсів або пари вимірюють тільки за нерухомого ротора. Відхилення одержаних результатів від даних підприємства-виробника або середнього значення опору полюсів не повинне перевищувати 5 %.

1.8.34 Вимірювання повітряного зазору

Повітряні зазори між статором і ротором генератора у діаметрально протилежних точках не повинні відрізнятися один від одного більше ніж на $\pm 5\%$ середнього значення (яке дорівнює їх півсумі) – для турбогенераторів потужністю 150 МВт і вище з безпосереднім охолодженням провідників; $\pm 10\%$ – для решти турбогенераторів; $\pm 20\%$ – для гідрогенераторів, якщо інструкціями підприємств-виробників не передбачено більш жорстких норм.

Повітряний зазор у явнополюсних генераторах вимірюють під усіма полюсами.

1.8.35 Визначення характеристик генератора

1 Зняття характеристики трифазного короткого замикання

Відхилення значень характеристики, знятої під час випробувань, від значень характеристики, знятої на підприємстві-виробнику, повинне знаходитися у межах точності вимірювання.

Характеристику короткого замикання (КЗ) власне генератора, який працює в блоці з трансформатором, дозволено не знімати, якщо її було знято на підприємстві-виробнику і існує відповідний протокол випробування.

Таблиця 1.8.4 – Норми відхилень значень опору постійному струму

Випробний елемент	Норма	Примітка
1	2	3
Обмотка статора	Значення опору обмоток кожної фази не повинні відрізнятися один від одного більше ніж на 2 %	Вимірюють опір кожної фази або вітки окремо. Під час вимірювання опору віток для деяких типів генераторів дозволено розходження між вимірними значеннями до 5 % (визначається інструкцією підприємства-виробника)
Обмотка ротора	Значення виміряного опору не повинне відрізнятися від даних підприємства-виробника більше ніж на 2 %	У роторах з явними полюсами, крім того, вимірюють опори кожного полюса окремо або попарно і перехідного контакту між котушками
Обмотки збудження колекторного збудника	Значення виміряного опору не повинне відрізнятися від даних підприємства-виробника більше ніж на 2 %	Виміряні значення опору обмоток окремих фаз можуть відрізнятися одне від одного не більше ніж на 5%
Обмотка якоря збудника (між колекторними пластинками)	Значення виміряного опору не повинні відрізнятися одне від одного більше ніж на 10 %, за винятком випадків, коли це зумовлено схемою з'єднання обмоток	
Резистор у колі гасіння поля, реостати збудження	Значення виміряного опору не повинне відрізнятися від даних підприємства-виробника більше ніж на 10 %	
Термоперетворювачі опору	Значення виміряного опору не повинні відрізнятися одне від одного більше ніж на 1,5 %	

Для генераторів, які працюють у блоці з трансформатором, необхідно знімати характеристику КЗ усього блока (з установленням закоротки за трансформатором). Характеристику КЗ блока необхідно перерахувати на характеристику КЗ генератора.

Якщо знята чи перерахована характеристика розмістилася нижче від характеристики, знятої на підприємстві-виробнику, на величину, більшу ніж допустима похибка вимірювання, то це свідчить про наявність виткових замикань в обмотці ротора.

2 Зняття характеристики неробочого ходу

Характеристику неробочого ходу (НХ) знімають за струмом збудження, що зменшується, починаючи з найбільшого струму, який відповідає напрузі 1,3 номінальної – для турбогенераторів; 1,5 номінальної – для гідрогенераторів. Дозволено знімати характеристику НХ турбо- і гідрогенераторів до номінального струму збудження за зниженої частоти обертання генератора за умови, що напруга на обмотці статора буде не більшою ніж 1,3 номінальної. Для генераторів, які працюють у блоці з трансформаторами, знімають характеристику НХ блока, при цьому генератор збуджують до 1,15 номінальної напруги (обмежується трансформатором).

Характеристику НХ власне генератора (відокремленого від трансформатора) дозволено не знімати, якщо її було знято на підприємстві-виробнику та існують відповідні протоколи випробувань. За відсутності таких протоколів знімати характеристику НХ генератора треба обов'язково.

Під час зняття характеристики НХ власне генератора, який працює в блоці з силовим трансформатором, необхідно демонтувати ошиновку генератора, якщо між генератором і трансформатором немає комутаційної апаратури.

Характеристика повинна бути приведена до номінальної частоти обертання.

Відхилення значень знятої характеристики НХ від знятої на підприємстві-виробнику не нормується, але воно має знаходитися у межах допустимої похибки вимірювання.

1.8.36 Випробування міжвиткової ізоляції обмотки статора

Для турбогенераторів, випробуваних на підприємстві-виробнику, і за наявності відповідних протоколів випробування дозволено не проводити.

Випробування проводять під час неробочого ходу машини підвищенням генерованої напруги до значення, яке дорівнює 130 % номінального – для турбогенераторів і до 150 % – для гідрогенераторів. Для генераторів, які працюють у блоці з трансформаторами, за відсутності між ними комутаційних апаратів напругу підвищують до 115 % номінальної (обмежується трансформатором).

Тривалість випробування за найбільшої напруги становить 5 хв.

Міжвиткову ізоляцію рекомендовано випробувати одночасно зі зняттям характеристики неробочого ходу. Під час випробувань перевіряють симетричність лінійних напруг.

1.8.37 Вимірювання залишкової напруги на обмотці статора генератора

Вимірювання виконують за вимкненого збудження генератора, після визначення характеристики НХ.

Значення залишкової напруги не нормується.

1.8.38 Визначення індуктивних опорів і постійних часу генератора

Визначення проводять лише для гідрогенераторів, якщо ці параметри не наведено в паспорті підприємства-виробника.

Значення індуктивних опорів і постійних часу не нормується.

1.8.39 Перевірка якості дистилату

Дистилат, яким заповнюється система охолодження обмотки, повинен мати питомий опір, не нижчий ніж 200 кОм·см.

У дистилаті дозволено: вміст міді – не більший ніж 100 мкг/кг, кисню – не більший ніж 400 мкг/кг (для закритих систем), показник рН (за температури 25 °С) – не більший ніж $8,5 \pm 0,5$.

1.8.40 Вимірювання вібрації

Вібрація (подвійна амплітуда коливання) вузлів генераторів та їх електромашинних збудників у всіх режимах роботи за номінальної частоти обертання ротора не повинна перевищувати значень, наведених у табл. 1.8.5.

Середньоквадратичні значення вібраційної швидкості визначають для турбогенераторів, обладнаних спеціальними приладами.

Таблиця 1.8.5 – Граничні значення вібрації генераторів та їх збудників

Контрольований вузол	Вібрація, мкм, за частоти обертання ротора, об/хв					Примітка
	до 100	187,5	375	750	1500	3000
1 Підшипники турбогенераторів і збудників, хрестовини з вбудованими в них напрямними підшипниками у гідрогенераторів вертикального виконання	180	150	100	70	50*)	30*)
2 Контактні кільця ротора турбогенератора	–	–	–	–	–	200
*) За наявності апаратури контролю віброшвидкості виконують її вимірювання – середньоквадратичне значення віброшвидкості не повинне перевищувати $2,8 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ у вертикальному та горизонтально-поперечному напрямках і $4,5 \text{ мм} \cdot \text{с}^{-1}$ — у горизонтально-осьовому напрямку.						

1.8.41 Випробування газохолодників гідравлічним тиском

Випробний гідравлічний тиск повинен дорівнювати двократному найбільшому робочому тиску, але не менше ніж 294 кПа (3 кгс/см²), для турбо- і гідрогенераторів з повітряним охолодженням; 588 кПа (6 кгс/см²) – для турбогенераторів серії ТГВ і 490 кПа (5 кгс/см²) – для решти турбогенераторів з водневим охолодженням. Тривалість випробування становить 30 хв.

Під час випробування не повинно бути зниження випробного тиску або течі води.

1.8.42 Перевірка щільності водяної системи охолодження обмотки статора

Щільність водяної системи разом з колекторами і з'єднувальними шлангами перевіряють гідравлічними випробуваннями конденсатом або знесолоною водою. Попередньо через систему перекачують гарячу воду (60 – 80)°С протягом 12 – 16 год.

Щільність водяної системи перевіряють надмірним статичним тиском води, який дорівнює 784 кПа (8 кгс/см²), якщо в інструкціях підприємств-виробників не зазначено інших, більш жорстких вимог. Тривалість випробування становить 24 год. Витікання води під час випробування неприпустиме. Перед закінченням випробування необхідно ретельно оглянути обмотку, колектори, шланги, місця їх з'єднань і переконатися у відсутності просочування води.

Якщо результати гідравлічних випробувань виявилися негативними і визначити місце витікання води не вдається, то щільність системи охолодження перевіряють іншими способами згідно з діючими методиками та інструкціями підприємств-виробників.

1.8.43 Огляд і перевірка пристрою рідинного охолодження

Огляд і перевірку пристрою рідинного охолодження проводять відповідно до інструкцій підприємств-виробників.

1.8.44 Перевірка газощільності ротора, статора, газомасляної системи та корпусу генератора в зібраному вигляді

Газощільність ротора та статора перевіряють відповідно до інструкції підприємств-виробників, турбогенераторів з водневим охолодженням у зібраному вигляді – відповідно до діючої типової інструкції.

Перед заповненням корпусу генератора воднем після подачі масла на ущільнення вала виконують контрольну перевірку газощільності генератора разом з газомасляною системою. Перевірку проводять стисненням повітрям під тиском, який дорівнює номінальному робочому тиску водню. Тривалість випробування становить 24 год.

Значення добового витікання повітря ΔV у відсотках визначають за формулою:

$$\Delta V = 100 \cdot \left[1 - \frac{P_K (273 + t_{II})}{P_{II} (273 + t_K)} \right] \quad (1.8.2)$$

де P_{II} і P_K – абсолютний тиск у системі водневого охолодження на початку та в кінці випробування, кПа;

t_{II} і t_K – температура повітря в корпусі генератора на початку та в кінці випробування, °С.

Визначене за формулою значення добового витікання повітря не повинне перевищувати 1,6 %.

1.8.45 Визначення добового витікання водню

Значення добового витікання водню за робочого тиску, визначене за формулою (1.8.2), не повинне перевищувати 5 %.

1.8.46 Контрольний аналіз чистоти водню, який потрапляє до генератора

У водні, який потрапляє до генератора, вміст кисню за об'ємом повинен бути не більшим ніж 0,5 %.

1.8.47 Перевірка прохідності вентиляційних каналів обмотки ротора турбогенератора

Перевірку виконують в турбогенераторах з безпосереднім охолодженням обмоток за інструкціями підприємств-виробників.

1.8.48 Контрольний аналіз вмісту водню та вологості газу в корпусі генератора

Під час аналізу перевіряють вміст водню в газі, який охолоджує генератор.

Вміст водню в газі для генератора з безпосереднім водневим охолодженням провідників не повинен перевищувати 98 %; для генераторів з непрямим водневим охолодженням за надлишкового тиску водню 49 кПа (0,5 кгс/см²) і більше – 97 %; за надлишкового тиску водню, меншого ніж 49 кПа, – 95 %.

Вміст кисню у водні в корпусі генератора за чистотою водню 98 %; 97 % і 95 % не повинен перевищувати відповідно 0,8 %; 1,0 % і 1,2 %, а в поплавковому гідрозаслоні, бачку продування і водневідокремлювальному баку маслоочищувального пристрою – не більше ніж 2 %.

Перевіряють вологість газу в газовій системі генератора (корпус генератора, трубопроводи осушувача, імпульсні трубки газоаналізатора), в якій відбувається постійна циркуляція газу. Температура точки роси (вологість) водню в корпусі турбогенератора за робочого тиску повинна бути нижчою від температури води на вході в газоохолодник, але не вищою ніж 15 °С.

1.8.49 Контрольний аналіз газу на вміст водню в картерах підшипників, екранованих струмопроводах і газовому об'ємі масляного бака

Під час аналізу перевіряють вміст водню в зазначених вузлах. У повітряному об'ємі головного масляного бака не повинно бути слідів від водню. У картерах підшипників, в екранованих струмопроводах, у кожухах лінійних і нульових виводів турбогенератора вміст водню повинен бути меншим ніж 1 %.

1.8.50 Перевірка витрати масла в бік водню в ущільненнях генератора

Перевірку проводять в генераторах з водневим охолодженням за допомогою маслоконтрольних патрубків, установлених на зливних маслопроводах ущільнень. У генераторах, в яких не передбачено маслоконтрольних патрубків, перевірку виконують вимірюванням витрати масла в поплавковому затворі за тимчасово зачиненого вихідного вентиля за певний проміжок часу. Витрата масла в бік водню не повинна перевищувати значень, зазначених у інструкціях підприємств-виробників.

1.8.51 Випробування регулятора рівня масла в гідрозатворі для зливання масла з ущільнень у бік генератора

Випробування виконують у генераторах з водневим охолодженням за робочого тиску повітря або водню в корпусі генератора. Рівень масла в гідрозатворі повинен відповідати рівню масла під час відкриття і закриття поплавкового клапана.

1.8.52 Гідравлічні випробування буферного бака і трубопроводів системи маслопостачання ущільнень

Випробування виконують у генераторах з водневим охолодженням за тиском масла, який дорівнює 1,5 робочого тиску газу в корпусі генератора.

Трубопроводи системи маслопостачання ущільнень до регулятора перепаду тиску, враховуючи останній, випробують за тиску масла, який дорівнює 1,25 найбільш допустимого робочого тиску, створеного джерелами маслопостачання.

Тривалість випробувань становить 3 хв.

1.8.53 Перевірка роботи регуляторів тиску масла в схемі маслопостачання ущільнень

Перевірку проводять у генераторах з водневим охолодженням. Регулятори тиску ущільнювального, компенсувального та притискувального масел перевіряють за різних тисків повітря в корпусі генератора згідно з інструкцією підприємства-виробника.

1.8.54 Випробування кінцевих виводів обмотки статора турбогенераторів серії ТГВ

Крім випробувань, зазначених у таблицях 1.8.1 і 1.8.3, кінцеві виводи з конденсаторною склоепоксидною ізоляцією підлягають випробуванням у такому обсязі.

1 Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат

Вимірювання проводять перед установленням кінцевого виводу на турбогенератор за випробної напруги 10 кВ і температури навколишнього повітря від 10 °С до 30 °С.

Значення тангенса кута діелектричних втрат $\text{tg}\delta$ зібраного кінцевого виводу не повинне перевищувати 130 % значення, одержаного під час вимірювань на підприємстві-виробнику. У разі вимірювання $\text{tg}\delta$ кінцевого виводу без фарфорових покриттів значення $\text{tg}\delta$ не має перевищувати 3 %.

2 Випробування на газощільність

Випробування на газощільність кінцевих виводів проводять згідно з інструкцією підприємства-виробника.

1.8.55 Перевірка справності ізоляції підшипника і електричної напруги між кінцями вала на працюючому генераторі

Перевірку виконують на працюючих генераторах, які мають один або два ізольовані від землі кінці вала ротора. Для визначення

справності ізоляції підшипника вимірюють напругу між стояком (корпусом) підшипника і фундаментною плитою за шунтування масляних плівок шийок вала ротора, а також напругу між кінцями вала ротора.

За справної ізоляції значення двох виміряних напруг повинні бути практично однаковими. Різниця, більша ніж 10 %, свідчить про несправність ізоляції. Перевірку справності ізоляції підшипників і підп'ятників гідрогенераторів виконують, якщо дозволяє їх конструкція.

1.8.56 Випробування на нагрів

Випробування генератора проводять не пізніше ніж через шість місяців після увімкнення до мережі.

Випробування виконують за навантажень 60 %, 75 %, 90 %, 100 % номінального і температури охолоджуючих середовищ, не вищої від номінальної.

Якщо неможливо проводити випробування за номінального активного навантаження, дозволено проведення випробувань у таких режимах, за результатами яких можна з достатньою точністю визначити результати випробувань у номінальному режимі, але при цьому струм статора повинен бути не нижчим ніж 90 % номінального. Зазначені випробування виконують спеціалізовані підприємства.

Генератори потужністю до 12 МВт дозволено не випробувати.

Температуру статора і охолоджуючих середовищ вимірюють закладеними термоперетворювачами.

Температуру ротора визначають за опором міді обмотки.

Температура нагріву активних частин і охолоджуючих середовищ не повинна перевищувати допустиму згідно з вимогами інструкцій підприємств-виробників.

Примітка 1. Генератори на напругу, вищу 1 кВ, потужністю, меншою ніж 1 МВт, дозволено випробувати за **1.8.28, 1.8.29, 1.8.31, 1.8.32, 1.8.34 – 1.8.36, 1.8.40, 1.8.41, 1.8.55.**

Примітка 2. Генератори на напругу до 1 кВ, незалежно від потужності, дозволено випробувати за **1.8.28, 1.8.29, 1.8.31, 1.8.32, 1.8.34, 1.8.36, 1.8.40, 1.8.41.**

МАШИНИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ТА КОЛЕКТОРНІ ЗБУДНИКИ

1.8.57 Умови введення в роботу машин постійного струму без сушіння ізоляції

Машини постійного струму вводять в роботу без сушіння ізоляції в разі виконання таких умов.

1 Машини постійного струму на напругу до 500 В, якщо значення опору ізоляції, виміряне мегаомметром на напругу 500 В, є не меншим ніж 0,5 МОм.

2 Машини постійного струму на напругу понад 500 В, якщо значення опору ізоляції, виміряне мегаомметром на напругу 1000 В, є не меншим ніж 0,5 МОм, а значення коефіцієнта абсорбції – не меншим ніж 1,2.

1.8.58 Вимірювання опору ізоляції обмоток та бандажів

1 Вимірювання опору ізоляції обмоток

Вимірювання проводять за номінальної напруги обмотки до 0,5 кВ мегаомметром на напругу 0,5 кВ, за номінальної напруги обмотки, вищої ніж 0,5 кВ, – мегаомметром на напругу 1 кВ. Виміряне значення опору ізоляції за температури навколишнього повітря від 10°C до 30°C повинне бути не меншим ніж 0,5 МОм.

2 Вимірювання опору ізоляції бандажів

Вимірювання проводять відносно корпусу і утримуваних ними обмоток (за наявності доступу до бандажів). Виміряне значення опору ізоляції повинне бути не меншим ніж 0,5 МОм.

1.8.59 Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги встановлюють за табл. 1.8.6.

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

1.8.60 Вимірювання опору постійному струму

Вимірювання виконують у генераторах, а також в електродвигунах потужністю, більшою ніж 3 кВт, за практично холодного стану машини. Норми допустимих відхилень опору наведено в табл. 1.8.7.

Таблиця 1.8.6 – Випробна напруга промислової частоти для ізоляції машин постійного струму

Випробний елемент	Випробна напруга, кВ	Примітка
Обмотки	1,2	Для машин потужністю, більшою ніж 3 кВт
Бандажі якоря	1,0	Те саме
Реостати, пускорегулювальні резистори	1,0	Ізоляцію можна випробувати разом з ізоляцією кіл збудження

Таблиця 1.8.7 – Норма відхилення значень опору постійному струму

Випробний елемент	Норма	Примітка
Обмотки збудження	Значення опорів обмоток не повинні відрізнятися від даних підприємств-виробників більше ніж на 2 %	---
Обмотка якоря (між колекторними пластинами)	Значення виміряного опору не повинні відрізнятися один від одного більше ніж на 10 %, за винятком випадків, зумовлених схемою з'єднання	---
Реостати і пускорегулювальні резистори	Значення виміряного опору не повинні відрізнятися від даних підприємств-виробників більше ніж на 10 %. Не повинно бути обриву кіл	Вимірювання проводять на кожному відгалуженні. Перевіряють мегаомметром цілісність кіл

1.8.61 Вимірювання повітряних зазорів під полюсами

Вимірювання слід проводити для машин, які надійшли на місце монтажу в розібраному стані.

Вимірювання виконують у генераторах, а також електродвигунах потужністю 3 кВт і більше. Розміри зазорів у діаметрально протилежних точках не мають відрізнятися один від одного більше ніж на 10 % від середнього розміру зазору.

Повітряні зазори між полюсами і якорем збудника в діаметрально протилежних точках не мають відрізнятися один від одного більше ніж на ± 5 % середнього значення – для збудників

турбогенераторів потужністю 300 МВт і більше; $\pm 10\%$ – для збудників решти генераторів, якщо інструкціями не передбачено інших норм.

1.8.62 Зняття характеристик неробочого ходу та випробування виткової ізоляції

Характеристику неробочого ходу знімають на генераторах постійного струму. Підвищення напруги виконують до значення, яке дорівнює 130 % номінального.

Відхилення значень знятої характеристики від значень характеристики, знятої на підприємстві-виробнику, не нормується (практично вони не повинні перевищувати допустиму похибку вимірювань).

Під час випробування виткової ізоляції машин з числом полюсів, більшим ніж чотири, значення середньої напруги між сусідніми колекторними пластинами не повинне перевищувати 24 В. Тривалість випробування виткової ізоляції становить 3 хв.

1.8.63 Визначення характеристик колекторного збудника

Характеристику неробочого ходу знімають до значення, установленого підприємством-виробником.

Характеристику навантаження знімають шляхом навантаження на ротор генератора до значення, не нижчого ніж значення номінального струму збудження. Відхилення характеристик від знятих на підприємстві-виробнику не нормується.

1.8.64 Перевірка роботи машини на неробочому ході

Перевірку проводять протягом не менше ніж 1 год. Під час перевірки електродвигунів значення струму неробочого ходу не нормується.

1.8.65 Визначення меж регулювання частоти обертання електродвигунів

Визначення проводять на неробочому ході і під навантаженням в електродвигунах з регульованою частотою обертання.

Межі регулювання повинні відповідати технологічним даним механізму.

Примітка. Збудники синхронних генераторів необхідно випробовувати за 1.8.57 – 1.8.64.

ЕЛЕКТРОДВИГУНИ ЗМІННОГО СТРУМУ

1.8.66 Умови введення в роботу електродвигунів без сушіння ізоляції

Для визначення необхідності сушіння ізоляції обмоток електродвигунів слід керуватися вимогами табл. 1.8.8 і додатка А.

Таблиця 1.8.8 – Умови увімкнення електродвигунів без сушіння

Потужність, номінальна напруга, вид ізоляції	Критерії оцінювання стану ізоляції обмотки статора	
	Абсолютне значення опору ізоляції, МОм	Значення коефіцієнта абсорбції
Потужність більша ніж 5000 кВт Напруга – вища ніж 1 кВ	Не менше значень, наведених у додатку А за температури ізоляції, не нижчої ніж 10°C	Не менше ніж 1,3 за температури ізоляції від 10°C до 30°C
Потужність 5000 кВт і менше Напруга – вища ніж 1 кВ		Не менше ніж 1,2 за температури ізоляції від 10°C до 30°C
Термореактивна ізоляція обмотки статора	$R_{60''}$ – не менше ніж $10U_{ном}$ за температури ізоляції від 10°C до 30°C	Не нормується
Потужність – будь-яка Напруга – нижча ніж 1 кВ	Не менше ніж 0,5 МОм за температури ізоляції від 10°C до 30°C	Не нормується

1.8.67 Вимірювання опору ізоляції

Опір ізоляції вимірюють мегаомметром, напругу якого зазначено в табл. 1.8.9.

Допустимі значення опору ізоляції наведено в табл. 1.8.9.

Таблиця 1.8.9 – Допустимі значення опору ізоляції

Випробний елемент	Напруга мегаомметра, кВ	Допустимі значення опору ізоляції, МОм	Примітка
Обмотка статора	0,5/1,0/2,5*)	Відповідно до вказівок 1.8.66	
Обмотка ротора	За вимогами підприємства-виробника, але не вища ніж 1,0	0,2	Вимірювання проводять в синхронних електродвигунах, електродвигунах з фазним ротором на напругу 3 кВ і вище або потужністю, більшою ніж 1000 кВт
Термоіндикатори із з'єднувальними проводами	0,25	Не нормується	
Підшипники	1,0	Не нормується	Вимірювання проводять в електродвигунах на напругу 3 кВ і вище, підшипники яких мають ізоляцію відносно корпусу. Вимірювання проводять відносно фундаментної плити за повністю зібраних маслопроводів
*) Опір ізоляції вимірюють за номінальної напруги обмотки до 0,5 кВ мегаомметром на напругу 0,5 кВ; за номінальної напруги обмотки, вищої ніж 0,5 кВ до 1 кВ, – мегаомметром на напругу 1,0 кВ, а за номінальної напруги, вищої ніж 1 кВ, – мегаомметром на напругу 2,5 кВ.			

1.8.68 Випробування ізоляції обмотки статора підвищеною випрямленою напругою з вимірюванням струму витoku по фазах

Випробування проводять в електродвигунах потужністю понад 5000 кВт згідно з додатком А для визначення можливості їх увімкнення без сушіння.

Значення випробної напруги приймають згідно з табл. 1.8.2.

1.8.69 Випробування підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги приймають згідно з табл. 1.8.10. Тривалість подання випробної напруги становить 1 хв.

1.8.70 Вимірювання опору обмоток постійному струму

Вимірювання виконують за практично холодного стану машини.

1 Обмотки статора та ротора

Вимірювання проводять в електродвигунах на напругу 3 кВ і вище і в електродвигунах потужністю 300 кВт і більше.

Вимірювання опору постійному струму обмотки ротора проводять в синхронних електродвигунах і в електродвигунах з фазним ротором.

Значення опорів різних фаз обмотки не повинні відрізнятися один від одного і від даних підприємства-виробника більше ніж на 2 %.

2 Реостати та пускорегулювальні резистори

У реостатах і резисторах, установлених на електродвигунах на напругу 3 кВ і вище, опір вимірюють на усіх відгалуженнях, у решти електродвигунів вимірюють загальний опір реостатів і резисторів та перевіряють мегаомметром цілісність відпайок.

Значення опорів не повинні відрізнятися від паспортних більше ніж на 10 %.

Таблиця 1.8.10 – Випробні напруги промислової частоти для обмоток електродвигунів змінного струму

Випробний елемент	Потужність електродвигуна, кВт	Номінальна напруга електродвигуна, кВ	Випробна напруга, кВ
Обмотка статора	Менше ніж 1,0	Нижче ніж 0,1	$0,8 (2U_{ном} + 0,5)$
	Від 1,0 і більше	Нижче ніж 0,1	$0,8 (2U_{ном} + 1)$
	До 1000	Вище ніж 0,1	$0,8 (2U_{ном} + 1)$, але не менше ніж 1,2
	Від 1000 і більше	До 3,3	$0,8 (2U_{ном} + 1)$
	Від 1000 і більше	Вище 3,3 до 6,6	$0,8 (2,5U_{ном})$
Обмотка ротора синхронних електродвигунів, призначених для безпосереднього пуску, з обмоткою збудження, замкнутою на резистор або джерело живлення	Від 1000 і більше	Вище 6,6	$0,8 (2U_{ном} + 3)$
	–	–	8-кратна $U_{ном}$ системи збудження, але не менше ніж 1,2 і не більше ніж 2,8
Обмотка ротора електродвигуна з фазним ротором	–	–	$1,5 U_{рот}^{*)}$, але не менше ніж 1,0
Резистор кола гасіння поля ^{**) (}	–	–	2,0
Реостати та пускорегулювальні резистори	–	–	$1,5 U_{рот}^{*)}$, але не менше ніж 1,0

^{*)} $U_{рот}$ – напруга на кільцях за розмікненого нерухомого ротора і повної напруги на статорі.

^{**) (} Випробують у синхронних електродвигунах.

1.8.71 Вимірювання повітряних зазорів між статором і ротором

Вимірювання зазорів проводять, якщо дозволяє конструкція електродвигуна. При цьому в електродвигунах потужністю 100 кВт і більше, в усіх електродвигунах відповідальних механізмів, а також в електродвигунах з виносними підшипниками і підшипниками ковзання значення повітряних зазорів у місцях, розміщених по обводу ротора і зсунутих один відносно одного під кутом 90° або в точках, спеціально передбачених під час виготовлення електродвигуна, не повинні відрізнятися більше ніж на 10 % від середнього значення зазору.

1.8.72 Вимірювання зазорів підшипника ковзання

Вимірювання проводять відповідно до вказівок підприємства-виробника.

1.8.73 Гідравлічне випробування повітроохолодника

Випробування проводять відповідно до вказівок підприємства-виробника.

1.8.74 Перевірка роботи електродвигуна на неробочому ході або з ненавантаженим механізмом

Перевірку проводять в електродвигунах на напругу 3 кВ і вище, потужністю 100 кВт і більше. Значення струму неробочого ходу не нормується.

Тривалість безперервної роботи електродвигуна на неробочому ході повинна бути не меншою ніж 1 год.

1.8.75 Вимірювання вібрації підшипників

Вимірювання проводять в електродвигунах на напругу 3 кВ і вище, а також в усіх електродвигунах відповідальних механізмів.

Допустиме значення вібрації на кожному підшипнику електродвигуна не повинне перевищувати таких значень (якщо інструкціями підприємств-виробників не передбачено більш жорстких норм):

- синхронна частота обертання, об/хв, – 3000, 1500, 1000, 750 і нижче;
- вібрація підшипників, мкм, – 30, 60, 80 і 95 відповідно.

1.8.76 Перевірка роботи електродвигуна під навантаженням

Перевірку проводять під навантаженням, яке забезпечено технологічним обладнанням до моменту здавання в експлуатацію, але не меншим ніж 50 % номінального.

Перевіряють тепловий і вібраційний стан електродвигуна.

Тривалість безперервної роботи – до температури, яка встановилася.

СИЛОВІ ТРАНСФОРМАТОРИ, АВТОТРАНСФОРМАТОРИ ТА МАСЛЯНІ РЕАКТОРИ*)

1.8.77 Визначення умов увімкнення трансформаторів

Умови введення трансформаторів в експлуатацію визначають згідно з **1.8.78 – 1.8.94** та вказівками підприємства-виробника.

1.8.78 Оцінювання вологості твердої ізоляції

Вологість оцінюють для трансформаторів на напругу 110 кВ і вище потужністю 63 МВ·А і більше.

Вміст води у твердій ізоляції визначають за вмістом води в закладених у бак зразках ізоляції.

Допустиме значення вмісту води у твердій ізоляції зразка товщиною 3 мм має бути не вище ніж 1 % для трансформаторів з захистом масла і 1,5 % – для трансформаторів без захисту масла.

1.8.79 Вимірювання опору ізоляції

1 Опір ізоляції обмоток вимірюють мегаомметром на напругу 2,5 кВ.

Значення R_{60} ізоляції, виміряне під час монтажу (за температури, наведеної в паспорті трансформатора, або приведене до цієї температури), має бути:

- для трансформаторів на напругу до 35 кВ, залитих маслом,
- не менше від значень, наведених у табл. 1.8.11;

- для трансформаторів на напругу від 110 кВ до 750 кВ – не менше ніж 50 % значення, наведеного в паспорті трансформатора.

Найменші допустимі значення опору ізоляції для обмотки сухих трансформаторів, які вводять в експлуатацію за температури ізоляції від 10 °С до 30 °С, мають бути не нижчими ніж: для обмоток з номінальною напругою до 1 кВ – 100 МОм; 6 кВ – 300 МОм; вище 6 кВ – 500 МОм.

*) Далі – трансформатори

Таблиця 1.8.11 – Найменші допустимі значення опору ізоляції обмоток трансформатора на напругу до 35 кВ, залитих маслом

Потужність трансформатора	Значення R_{60} ", МОм, за температури ізоляції, °С						
	10	20	30	40	50	60	70
До 6300 кВ·А	450	300	200	130	90	60	40
10000 кВ·А і більше	900	600	400	260	180	120	80

Примітка. Значення R_{60} " відносяться до всіх обмоток даного трансформатора.

Вимірювання опору ізоляції обмоток виконують за температури ізоляції, °С:

- для трансформаторів на напругу до 35 кВ – не нижчої ніж 5;
- для трансформаторів на напругу від 110 кВ до 150 кВ – не нижчої ніж 10;
- для трансформаторів на напругу від 220 кВ до 750 кВ – близької до температури, зазначеної в паспорті (різниця має бути не більшою ніж 5 °С).

2 Опір ізоляції ярмових балок, пресувальних кілець і доступних стяжних шпильок трансформаторів вимірюють за необхідності, у разі огляду активної частини, мегаомметром на напругу 1,0 кВ.

Значення опору ізоляції має бути не менше ніж 0,5 МОм.

1.8.80 Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат

Величину $\tan \delta$ ізоляції обмоток трансформаторів, які вводять в експлуатацію, вимірюють згідно із схемами підприємства-виробника. Вимірювання проводять для силових трансформаторів на напругу 35 кВ потужністю 10000 кВ·А і більше та для всіх трансформаторів на напругу 110 кВ і вище.

Виміряне під час монтажу значення $\tan \delta$ ізоляції обмоток (за тієї самої температури, що й на підприємстві-виробнику) або приведене до цієї температури (якщо температура під час вимірювання відрізняється від наведеної в паспорті трансформатора) з урахуванням впливу $\tan \delta$ масла має бути:

- для трансформаторів на напругу 35 кВ, залитих маслом, – не вище від значень, наведених у табл. 1.8.12, або не більше ніж 150 % паспортного значення;
- для трансформаторів на напругу від 110 кВ до 750 кВ – не більше ніж 150 % паспортного значення.

Значення $\tan \delta$ ізоляції, які приведено до температури ізоляції 20 °С і які дорівнюють або є меншими ніж 1 %, вважаються задовільними (без порівняння з паспортними даними).

Таблиця 1.8.12 – Найбільші допустимі значення $\tan \delta$ ізоляції обмоток трансформаторів на напругу 35 кВ потужністю 10000 кВА і більше, залитих маслом

Назва показника	Значення						
Температура ізоляції, °С	10	20	30	40	50	60	70
Значення $\tan \delta$, %	0,8	1,0	1,3	1,7	2,3	3,0	4,0
Примітка. Значення $\tan \delta$ відносяться до всіх обмоток даного трансформатора.							

Вимірювання $\tan \delta$ ізоляції обмоток виконують за температури ізоляції, °С:

– для трансформаторів на напругу до 150 кВ – не нижчої ніж 10;

– для трансформаторів на напругу від 220 кВ до 750 кВ – близької до температури, зазначеної в паспорті (різниця не більша ніж 5 °С).

1.8.81 Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти

Випробувати ізоляцію обмоток разом з вводами маслonaповнених трансформаторів не обов'язково.

Випробування ізоляції обмоток сухих трансформаторів є обов'язковим і його проводять за нормами згідно з табл. 1.8.13.

Тривалість прикладання випробної напруги становить 1 хв.

Таблиця 1.8.13 – Значення випробних напруг промислової частоти для обмоток сухих трансформаторів

Назва показника	Значення							
Клас напруги трансформаторів, кВ	До 0,69	3	6	10	15	20	24	35
Випробна напруга, кВ	2,7	9,0	18,0	25,2	34,2	45,0	54,0	72,0

1.8.82 Вимірювання опору обмоток постійному струму

Вимірювання здійснюють на всіх відгалуженнях, якщо в паспорті трансформатора немає інших вказівок. Значення опору обмоток трифазних трансформаторів не повинне відрізнятися

більше ніж на 2 % від значення опору, одержаного на відповідних відгалуженнях інших фаз або паспортних значень за однакових температур, якщо немає особливих вказівок підприємства-виробника.

Значення опору обмоток однофазних трансформаторів не повинні відрізнятися більше ніж на 5 % від значення опору, одержаного на відповідних відгалуженнях інших фаз або паспортних значень за однакових температур, якщо немає особливих вказівок підприємства-виробника.

1.8.83 Перевірка коефіцієнта трансформації

Перевірку проводять на всіх положеннях перемикачів відгалужень. Значення коефіцієнта трансформації не повинне відрізнятися більше ніж на 2 % від значень, виміряних на відповідних відгалуженнях інших фаз, і значень підприємства-виробника. Для трансформаторів з пристроєм перемикачів відгалужень обмоток під навантаженням (РПН) різниця між коефіцієнтами трансформації не повинна перевищувати значення ступеня регулювання.

1.8.84 Перевірка групи з'єднання обмоток трифазних трансформаторів і полярності виводів однофазних трансформаторів

Цю перевірку проводять у разі відсутності паспортних даних.

Група з'єднань повинна відповідати зазначеній в паспорті трансформатора, а полярність виводів – позначенням на кришці трансформатора.

1.8.85 Вимірювання втрат неробочого ходу за зниженої напруги

Вимірювання проводять у трансформаторах потужністю 1000 кВ·А і більше – за напругою (що підводиться до обмоток низької напруги) і за схемами, які наведено в паспорті трансформатора.

Для однофазних трансформаторів виміряне значення втрат неробочого ходу не повинне відрізнятися від паспортних даних більше ніж на 10 %.

Для трифазних трансформаторів співвідношення втрат по фазах не має відрізнятися від паспортних співвідношень більше ніж на 5 %.

1.8.86 Вимірювання опору короткого замикання трансформатора

Опір короткого замикання Z_K вимірюють у трансформаторах на напругу 110 кВ і вище потужністю 63 МВ·А і більше.

Для трансформаторів з пристроєм регулювання напруги під навантаженням Z_K вимірюють на основному і обох крайніх відгалуженнях.

Значення Z_K не повинне відрізнятись більше ніж на 5 % від вирахованого за паспортом (за напругою короткого замикання трансформатора) на основному відгалуженні обмоток, якщо інших значень не зазначено в документації підприємства-виробника.

1.8.87 Перевірка роботи перемикальних пристроїв

Контроль справності перемикальних пристроїв виконують згідно з інструкціями підприємств-виробників.

1.8.88 Перевірка дії допоміжних елементів

Перевірку засобів захисту масла від впливу навколишнього середовища, дії газового і захисного реле РПН, стрілкового маслопоказчика, запобіжного і відсічного клапанів, термометроторуювачів опору виконують згідно з інструкціями підприємств-виробників.

1.8.89 Випробування бака на щільність

Випробування виконують:

- у трансформаторах на напругу до 35 кВ – шляхом створення надмірного тиску стовпа масла, висота якого над рівнем заповненого розширника становить 0,6 м, за винятком трансформаторів з хвильовими баками і пластинчастими радіаторами, для яких висоту стовпа масла приймають такою, що дорівнює 0,3 м;

- у трансформаторах з плівковим захистом масла – шляхом створення всередині гнучкої оболонки надмірного тиску повітря 10 кПа;

- у решти трансформаторів на напругу 110 кВ і вище – шляхом створення надмірного тиску азоту або сухого повітря 10 кПа в надмасляному просторі розширника.

Трансформатори без розширника і герметизовані на маслощільність не випробовують.

Температура масла в баку трансформатора під час випробування має бути не нижчою ніж 10 °С. Тривалість випробувань становить не менше ніж 3 год.

Трансформатор вважається маслощільним, якщо під час візуального огляду витікання масла не виявлено.

1.8.90 Перевірка систем охолодження

Контроль систем охолодження виконують згідно з інструкціями підприємств-виробників.

1.8.91 Вимірювання характеристик трансформаторного масла

Аналіз масла під час розвантаження, зберігання, монтажу та введення в експлуатацію трансформаторів (під час першого увімкнення) проводять згідно з **1.8.187 – 1.8.190** та інструкцією підприємства-виробника.

Для трансформаторів усіх класів напруг масло із баку контактора пристрою регулювання напруги під навантаженням випробовують згідно з інструкцією підприємства-виробника РПН.

Для трансформаторів на напругу 110 кВ і вище, а також трансформаторів власних потреб енергоблоків необхідно проводити хроматографічний аналіз розчинених у маслі газів.

1.8.92 Випробування вводів

Випробування та вимірювання вводів проводять згідно з **1.8.179 – 1.8.182**.

1.8.93 Випробування вбудованих трансформаторів струму

Випробування та вимірювання вбудованих трансформаторів струму виконують згідно з **1.8.104**.

1.8.94 Випробування трансформаторів увімкненням на номінальну напругу

Трансформатори вмикають на час, не менший ніж 30 хв, упродовж якого прослуховують і наглядають за станом трансформатора. У процесі випробувань не повинні мати місце явища, які вказують на незадовільний стан трансформатора.

Примітка 1. Маслонаповнені трансформатори потужністю до 630 кВ·А випробовують за **1.8.77, 1.8.79, 1.8.82, 1.8.91 і 1.8.94**.

Примітка 2. Маслонаповнені трансформатори на напругу до 35 кВ, потужністю до 6,3 МВ·А випробовують за **1.8.77, 1.8.79, 1.8.82 – 1.8.85, 1.8.88, 1.8.89, 1.8.91 і 1.8.94**.

Примітка 3. Сухі і заповнені негорючим рідким діелектриком трансформатори всіх потужностей випробовують за **1.8.79, 1.8.81 – 1.8.84 і 1.8.94**.

ТРАНСФОРМАТОРИ СТРУМУ

1.8.95 Вимірювання опору ізоляції

Вимірювання опору основної ізоляції та ізоляції вимірювального виводу трансформаторів струму проводять мегаомметром на напругу 2,5 кВ.

Вимірювання опору вторинних обмоток і проміжних обмоток каскадних трансформаторів струму відносно цоколя проводять мегаомметром на напругу 1,0 кВ або 2,5 кВ.

Виміряні значення опору ізоляції повинні бути не меншими від наведених у табл. 1.8.14.

Таблиця 1.8.14 – Опір ізоляції трансформаторів струму

Клас напруги трансформаторів, кВ	Допустимі значення опору ізоляції, МОм, не менше			
	Основна ізоляція	Вимірювальний вивід	Вторинні обмотки*)	Проміжні обмотки
3 – 35	1000	–	50 (1)	–
110 – 220	3000	–	50 (1)	–
330 – 750	5000	1000	50 (1)	1
*)Значення опору ізоляції вторинних обмоток наведено: без дужок – за від'єднаних вторинних кіл, у дужках – з приєднаними вторинними колами.				

1.8.96 Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат і ємності ізоляції

Вимірювання $\tan \delta$ ізоляції трансформаторів струму проводять за напруги 10 кВ.

Виміряні значення $\tan \delta$ ізоляції обмоток трансформаторів струму не мають перевищувати значень, наведених у табл. 1.8.15, якщо підприємством-виробником не встановлено інших норм.

Ємність ізоляції не повинна відрізнятись більше ніж на 5 % порівняно з паспортними даними.

Таблиця 1.8.15 – Граничні значення tgδ основної ізоляції обмоток трансформаторів струму за температури ізоляції 20 °С

Тип ізоляції	Граничні значення tgδ, %, ізоляції трансформатора струму на номінальну напругу, кВ						
	35	110	150	220	330	500*)	750*)
Паперово-масляна ланкового типу	2,2	2,2	1,65	1,1	–	1,1	–
Паперово-масляна конденсаторного типу (кабельно-конденсаторна)	150 % від виміряного на підприємстві-виробнику, але не більше ніж 0,5						
Елегазова (трансформатори струму типу ТОГ)	–	150 % від виміряного на підприємстві-виробнику, але не більше ніж 0,5					
*) Норму надано для одного блока каскадного трансформатора струму.							

1.8.97 Випробування підвищеною напругою промислової частоти

1 Випробування основної ізоляції

Значення випробної напруги основної ізоляції наведено в табл. 1.8.16.

Таблиця 1.8.16 – Випробна напруга промислової частоти

Вид ізоляції	Випробна напруга, кВ, для вимірювальних трансформаторів на номінальну напругу, кВ							
	3	6	10	15	20	24	27	35
Нормальна	21,6	28,8	37,8	49,5	58,5	67,5	72	85,5
Полегшена	9,0	18,0	25,2	34,2	45,0	54,0	58,5	72,0

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

2 Випробування ізоляції вторинних обмоток

Значення випробної напруги вторинних обмоток становить 1,8 кВ (для ізоляції вторинних обмоток з приєднаними до них колами – 1 кВ).

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

1.8.98 Перевірка контрольних точок характеристики намагнічування

Контрольні точки характеристики намагнічування трансформатора струму перевіряють за напруги, зазначеної в документації підприємства-виробника. При цьому в будь-якому разі значення вторинного струму не повинне перевищувати номінального значення.

Дозволено знімати тільки три точки характеристики намагнічування підвищенням напруги до початку насичення, але не вище ніж 1800 В. Одержані значення в контрольних точках порівнюють із паспортними значеннями або з результатами вимірювань у справних однотипних трансформаторах струму. При цьому виміряні значення струму намагнічення повинні бути не більшими від значень, наведених у паспорті підприємства-виробника.

За наявності в обмотках відгалужень контрольні точки перевіряють на робочому відгалуженні.

1.8.99 Перевірка полярності вбудованих трансформаторів струму

Полярність повинна відповідати даним підприємства-виробника.

1.8.100 Перевірка коефіцієнта трансформації

Відхилення значень виміряного коефіцієнта трансформації від зазначеного в паспорті повинно бути в межах точності вимірювання.

1.8.101 Вимірювання опору обмоток постійному струму

Відхилення значення виміряного опору обмотки від зазначеного в паспорті має бути не більшим ніж 2 %, якщо інше не наведено в інструкціях підприємств-виробників.

1.8.102 Перевірка якості ущільнень трансформаторів струму

Перевірку проводять у трансформаторах струму на напругу від 35 кВ до 500 кВ з паперово-масляною ізоляцією негерметичного виконання шляхом утворення в них надлишкового тиску масла 0,05 МПа (0,5 кгс/см²). Тривалість перевірки становить 5 хв.

Під час перевірки не повинно бути витікання масла та зниження випробного тиску.

1.8.103 Випробування трансформаторного масла

Трансформаторне масло випробовують згідно з **1.8.187 – 1.8.190** та інструкцією підприємства-виробника.

1.8.104 Випробування вбудованих трансформаторів струму

Випробування вбудованих трансформаторів струму проводять за **1.8.95, 1.8.97 – 1.8.101**.

Вимірювання опору ізоляції вбудованих трансформаторів струму проводять мегаомметром на напругу 1000 В.

Виміряне значення опору ізоляції без вторинних кіл повинне бути не меншим ніж 10 МОм.

Дозволено вимірювати опір ізоляції вбудованих трансформаторів струму разом з вторинними колами. Виміряне значення опору ізоляції має бути не меншим ніж 1 МОм.

ТРАНСФОРМАТОРИ НАПРУГИ**1.8.105 Електромагнітні трансформатори напруги****1 Вимірювання опору ізоляції**

Вимірювання опору ізоляції первинної обмотки трансформаторів напруги проводять мегаомметром на напругу 2,5 кВ.

Вимірювання опору ізоляції вторинних обмоток, а також зв'язуючих обмоток каскадних трансформаторів напруги проводять мегаомметром на напругу 1,0 кВ.

Виміряні значення опору ізоляції мають бути не меншими від наведених у табл. 1.8.17.

Таблиця 1.8.17 – Опір ізоляції трансформаторів напруги

Клас напруги трансформаторів, кВ	Допустимі значення опору ізоляції, МОм, не менше		
	Основна ізоляція	Вторинні обмотки*)	Зв'язуючі обмотки
3 – 35	50	50 (1)	–
110 – 500	100	50 (1)	1

*) Значення опору ізоляції вторинних обмоток наведено: без дужок – за від'єднаних вторинних кіл, у дужках – з приєднаними вторинними колами.

2 Випробування підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги основної ізоляції наведено в табл. 1.8.16.

Трансформатори напруги з ослабленою ізоляцією одного з виводів випробуванню не підлягають.

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

Значення випробної напруги вторинних обмоток становить 1,8 кВ (для ізоляції вторинних обмоток з приєднаними до них колами – 1 кВ).

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

3 Вимірювання опору обмоток постійному струму

Вимірювання опору обмоток постійному струму проводять у маслonaповнених трансформаторах напруги та у зв'язуючих обмотках каскадних трансформаторів напруги.

Відхилення значення виміряного опору обмотки від зазначеного в паспорті має бути не більшим ніж 2 % для первинних обмоток і не більшим ніж 5 % – для вторинних обмоток, якщо інше не наведено в інструкціях підприємств-виробників.

4 Вимірювання струму неробочого ходу

Вимірювання струму неробочого ходу трансформаторів напруги проводять за напруги, зазначеної в інструкції підприємства-виробника.

Під час приймально-здавальних випробувань вимірювання струму неробочого ходу для каскадних трансформаторів виконують для кожного блока окремо та фази в цілому.

Виміряні значення струму неробочого ходу не повинні відрізнятися від зазначених у паспорті більше ніж на 20 %.

5 Випробування трансформаторного масла

Трансформаторне масло випробовують згідно з **1.8.187 – 1.8.190** та інструкцією підприємства-виробника.

1.8.106 Ємнісні трансформатори напруги

1 Вимірювання опору ізоляції електромагнітного пристрою

Вимірювання опору ізоляції обмоток проводять мегаомметром на напругу 1,0 кВ.

Значення опору ізоляції повинне бути не меншим ніж 300 МОм.

2 Випробування ізоляції електромагнітного пристрою підвищеною напругою промислової частоти

Випробуванням підлягає ізоляція вторинних обмоток електромагнітного пристрою.

Випробувальна напруга становить 1,8 кВ.

Тривалість прикладення напруги становить 1 хв.

3 Вимірювання опору обмоток постійному струму

Вимірювання опору обмоток постійному струму проводять в робочих положеннях перемикаючого пристрою.

Виміряні значення опору не повинні відрізнятися від зазначених в паспорті більше ніж на 5%.

4 Вимірювання струму і втрат неробочого ходу

Вимірювання струму і втрат неробочого ходу проводять за напруг, зазначених у документації підприємства-виробника.

Виміряні значення не повинні відрізнятися від зазначених у паспорті більше ніж на 20 %.

5 Випробування трансформаторного масла з електромагнітного пристрою

Значення пробивної напруги масла має бути не меншим ніж 30 кВ.

6 Випробування конденсаторів ділників напруги

Випробування конденсаторів ділників напруги проводять згідно з вказівками 1.8.164 – 1.8.166.

7 Випробування обмежувачів перенапруг

Випробування обмежувачів перенапруг проводять згідно з вказівками 1.8.169, 1.8.170.

1.8.107 Елегазові трансформатори напруги

1 Вимірювання опору ізоляції

Значення опору ізоляції, виміряне мегаомметром на напругу 2,5 кВ, повинне бути не меншим ніж 300 МОм між:

- первинною обмоткою і заземленими вторинними обмотками;

- первинною обмоткою і корпусом у разі заземлених вторинних обмоток;

- між вторинними обмотками;
- незаземленими вторинними обмотками і корпусом;
- між зв'язуючими обмотками та верхнім фланцем нижнього блока в разі відключеної перемички Нр-Е (для трансформаторів типу НКГ).

Опір ізоляції обмоток визначають за температури ізоляції, не нижчої ніж 10 °С.

2 Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти

Ізоляцію вторинних обмоток і виводу „N” первинної обмотки необхідно випробувати напругою 1,8 кВ (для ізоляції вторинних обмоток з приєднаними до них колами – 1 кВ) протягом 1 хв.

3 Вимірювання опору обмоток постійному струму

Значення опору постійному струму первинної обмотки не повинне відрізнятися від паспортних значень більше ніж на 2 %, вторинних обмоток – більше ніж на 5 %.

4 Вимірювання струму неробочого ходу

Значення струму неробочого ходу не повинне відрізнятися більше ніж на 20 % від паспортних значень.

ЕЛЕГАЗОВІ ВИМИКАЧІ

1.8.108 Вимірювання опору ізоляції

1 Вимірювання опору ізоляції опорних і рухомих частин, виконаних із органічних матеріалів

Опір ізоляції потрібно вимірювати мегаомметром на напругу 2,5 кВ. Значення його повинне бути не нижчим від значень, наведених у табл. 1.8.18.

2 Вимірювання опору ізоляції вторинних кіл і обмоток електромагнітів керування проводять згідно з **1.8.191**.

Таблиця 1.8.18 – Граничні значення опору ізоляції опорних і рухомих частин, виконаних з органічних матеріалів

Опір ізоляції, МОм, вимикача на номінальну напругу, кВ		
3 – 35	110 – 150	220 і вище
3000	5000	10000

1.8.109 Випробування ізоляції підвищеною напругою

1 Ізоляцію кожного полюса вимикача відносно землі і двох інших полюсів, а також ізоляцію міжконтактних розривів випробують напругою промислової частоти протягом 1 хв. Значення випробної напруги наведено в табл. 1.8.19.

Таблиця 1.8.19 – Випробна напруга промислової частоти ізоляції апаратів

Вид ізоляції	Значення випробної напруги, кВ, для апаратів на номінальну напругу до 35 кВ					
	3	6	10	15	20	35
Фарфорова	24	32	42	55	65	95
Фарфорова разом з твердими і рідкими діелектриками або кабельними масами, органічна	21,6	28,8	37,8	49,5	58,5	85,5
Полегшена	9,0	18,0	25,2	34,2	45,0	72,0

2 Ізоляцію вторинних кіл і обмоток електромагнітів керування випробовують напругою промислової частоти 1 кВ протягом 1 хв.

1.8.110 Вимірювання опору постійному струму

1 Вимірювання опору головного кола

Опір головного кола необхідно вимірювати як в цілому всього струмопровідного кола полюсу, так і окремо кожного розриву дугогасного пристрою (якщо це дозволяє конструктивне виконання апарату).

Значення опору не повинне перевищувати норм підприємств-виробників.

2 Вимірювання опору обмоток електромагнітів керування і додаткових резисторів у їх колі

Виміряні значення опорів повинні відповідати нормам підприємств-виробників.

1.8.111 Перевірка мінімальної напруги спрацьовування вимикачів

Вимикач повинен спрацьовувати за напруги на електромагнітах вимикання, не більшої ніж $0,7U_{НОМ}$, а на електромагнітах увімкнення – не більшої ніж $0,85U_{НОМ}$ у разі

живлення приводу від мережі постійного струму і номінального тиску елегазу у вимикачі та номінального тиску масла в системі приводу. У разі живлення приводу від мережі змінного струму вимикачі повинні спрацьовувати за напруги на електромагнітах вимикання, не більшої ніж $0,65U_{НОМ}$, а на електромагнітах увімкнення – не більшої ніж $0,85U_{НОМ}$. Напругу на електромагніти треба подавати поштовхом.

1.8.112 Перевірка характеристик вимикача

Під час перевірки роботи елегазових вимикачів потрібно визначати їх характеристики, які наведено в інструкціях підприємств-виробників. Результати перевірок і вимірів повинні відповідати вимогам інструкцій підприємств-виробників. Види операцій і складних циклів, значення напруг оперативного струму, за яких необхідно виконувати перевірку характеристик вимикачів, наведено в табл. 1.8.20. Значення власних часів вимикання та увімкнення, а також різночасність спрацьовування між контактами та полюсами потрібно забезпечувати за номінального тиску елегазу у вимикачі, номінального тиску масла в гідросистемі приводу і номінальної напруги на виводах кіл електромагнітів керування.

Таблиця 1.8.20 – Обсяг багаторазових випробувань елегазових вимикачів під час налагодження

Найменування операції або циклу	Напруга на затискачах електромагнітів керування	Кількість операцій і циклів у процесі налагодження
Вимикання, увімкнення	Номінальна ^{*)}	2
	Мінімальна ^{*)}	2
	Максимальна	1
Цикл «увімкнення – вимикання»	Номінальна ^{*)}	2
	Мінімальна ^{*)}	2
	Максимальна	1
Цикл «вимикання – увімкнення – вимикання»	Номінальна ^{*)}	2
	Мінімальна ^{*)}	1
	Максимальна	1

^{*)} Осцилограми роботи вимикачів потрібно знімати.

1.8.113 Перевірка характеристик приводів вимикачів

У пружинних приводах вимикачів перевіряють час заведення пружини увімкнення, а також струм двигуна (двигунів) заведення пружини за номінальної напруги живлення.

У гідравлічних приводах перевіряють тиски спрацьовування давачів: пуску двигуна насоса гідросистеми, блокування АПВ, блокування увімкнення вимикача і блокування керування вимикачем, а також час заряджання гідросистеми після виконання операцій “увімкнення”, “вимикання” та циклів “увімкнення-вимикання”, “вимикання-увімкнення-вимикання”. У разі використання в гідросистемах азоту перевіряють тиск заряджання останнього. Напругу на двигун треба подавати поштовхом. Виміряні значення повинні відповідати вимогам інструкції підприємства-виробника.

1.8.114 Випробування вимикачів багаторазовим увімкненням і вимиканням

Багаторазові випробування – виконання операцій “увімкнення” та “вимикання” і складних циклів (“увімкнення-вимикання” без витримки часу обов’язкові для всіх вимикачів; “вимикання-увімкнення-вимикання” – для вимикачів, які призначено для роботи в режимі АПВ) – повинні виконуватися за різних напруг на виводах електромагнітів керування і тисків масла в гідросистемі привода з метою перевірки справності дії вимикачів згідно з табл. 1.8.20.

1.8.115 Перевірка герметичності

Перевірку герметичності виконують за допомогою течошукача елегазу. Під час випробування на герметичність щупом течошукача досліджують зони ущільнення стикових з’єднань і зварювальних швів вимикача.

Результати випробувань на герметичність вважаються задовільними, якщо прилад не показує наявності витікання. Випробування виконують за номінального тиску елегазу.

1.8.116 Перевірка уставок давача густини елегазу (густиноміру)

Перевірку уставок давача густини елегазу (густиноміра) на сигнал та блокування проводять під час заповнення вимикача елегазом або окремо перед установленням на вимикач.

1.8.117 Випробування конденсаторів дільників напруги
Випробування треба виконувати згідно з **1.8.164 – 1.8.166.**

1.8.118 Випробування вбудованих трансформаторів струму

Випробування треба виконувати згідно з **1.8.104.**

ВАКУУМНІ ВИМИКАЧІ

1.8.119 Вимірювання опору ізоляції

1 Вимірювання опору ізоляції опорних та рухомих частин, виконаних із органічних матеріалів.

Значення опору ізоляції полюса вимикача відносно його корпусу має бути не меншим ніж 3000 МОм.

Вимірювання проводять мегаомметром на напругу 2,5 кВ.

2 Вимірювання опору ізоляції вторинних кіл приводу вимикача проводять згідно з **1.8.191.**

1.8.120 Випробування ізоляції підвищеною напругою

1 Ізоляцію кожного полюса вимикача відносно землі і двох інших полюсів, а також ізоляцію міжконтактних розривів випробовують напругою промислової частоти протягом 1 хв.

Значення випробної напруги наведено в табл. 1.8.19.

2 Ізоляцію вторинних кіл і приводу вимикача випробовують напругою промислової частоти 1 кВ протягом 1 хв.

1.8.121 Вимірювання опору постійному струму струмопровідного контуру кожного полюса

Значення опору не має перевищувати норм підприємства-виробника.

1.8.122 Перевірка мінімальної напруги спрацьовування вимикача

Вимикачі повинні спрацьовувати за напруги на приводі під час вимикання, не більшої ніж $0,7U_{НОМ}$, а на приводі під час увімкнення – не більшої ніж $0,85U_{НОМ}$ у разі живлення приводу від мережі постійного струму. У разі живлення приводу від мережі змінного струму вимикачі повинні спрацьовувати за напруги на приводі під час вимикання, не більшої ніж $0,65U_{НОМ}$, а на приводі під час увімкнення – не більшої ніж $0,85U_{НОМ}$. Напругу на привід треба подавати поштовхом.

1.8.123 Перевірка часових характеристик вимикача

Власний час увімкнення та вимикання повинен відповідати нормам підприємства-виробника.

1.8.124 Випробування вимикача багаторазовим увімкненням і вимиканням

Випробування виконують за такими операціями і циклами:

- увімкнення;
- вимикання;
- увімкнення-вимикання;
- вимикання-увімкнення-вимикання.

Операції «увімкнення», «вимикання» та «увімкнення-вимикання» без витримки часу виконують на всіх вимикачах. Операцію «вимикання-увімкнення-вимикання» виконують на вимикачах, призначених для роботи в режимі АПВ.

Операціями «увімкнення» і «вимикання» та складними циклами випробовують 2 – 3 рази.

Операції вимикачем виконують за номінальної напруги на приводі вимикача.

ВИМИКАЧІ НАВАНТАЖЕННЯ**1.8.125 Вимірювання опору ізоляції**

1 Опір ізоляції тяг із органічних матеріалів вимірюють мегаомметром на напругу 2,5 кВ. Значення опору ізоляції повинне бути не меншим ніж 3000 МОм.

2 Вимірювання опору ізоляції вторинних кіл і обмотки електромагніту керування проводять згідно з **1.8.191**.

1.8.126 Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти

1 Випробування ізоляції вимикача навантаження виконують випробною напругою згідно з табл. 1.8.19.

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

2 Ізоляцію вторинних кіл і обмотки електромагніту керування випробовують напругою промислової частоти 1 кВ протягом 1 хв.

1.8.127 Вимірювання опору постійному струму

1 Вимірювання опору контактів вимикача

Вимірюють опір струмовідної системи полюса.

Значення опору має відповідати даним підприємства-виробника.

2 Вимірювання опору обмотки електромагніту керування

Значення опору має відповідати даним підприємства-виробника.

1.8.128 Перевірка дії механізму вільного розчеплення

Механізм вільного розчеплення необхідно перевіряти під час роботи не менше ніж у двох положеннях рухомих контактів під час увімкнення:

- у момент замикання первинного кола вимикача;
- за повного увімкнутого положення.

1.8.129 Перевірка спрацьовування приводу за зниженої напруги

Перевірку проводять для визначення фактичного значення напруги на затискачеві електромагніту вимикання приводу, за якого вимикач (без струму в первинному колі) зберігає працездатність, тобто виконує операцію вимикання з початку і до кінця.

Фактичне значення напруги спрацьовування приводу повинне відповідати даним підприємства-виробника, а за відсутності таких даних – повинне бути на (15 – 20) % меншим, ніж нижня межа робочої напруги на затискачах електромагніту приводу.

1.8.130 Випробування вимикачів навантаження багатопозиційним увімкненням і вимиканням

Кількість операцій, яка підлягає виконанню кожним вимикачем, повинна становити по три “увімкнення” та “вимикання”. Операції виконують за номінальної напруги на електромагніті керування.

РОЗ'ЄДНУВАЧІ

1.8.131 Вимірювання опору ізоляції

1 Вимірювання опору ізоляції тяг з органічних матеріалів

Вимірювання виконують мегаомметром на напругу 2,5 кВ. Значення опору ізоляції повинне бути не меншим від значень, зазначених у табл. 1.8.18.

2 Вимірювання опору ізоляції ізоляторів

Вимірювання проводять згідно з **1.8.184**.

3 Вимірювання ізоляції вторинних кіл керування

Вимірювання проводять згідно з **1.8.191**.

1.8.132 Випробування ізоляції підвищеною напругою промислової частоти

Випробування виконують у такому обсязі:

- ізоляція роз'єднувачів – згідно з таблицею 1.8.19.
- Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв;
- ізоляція вторинних кіл керування – напругою 1,0 кВ протягом 1 хв.

1.8.133 Вимірювання опору постійному струму контактної системи роз'єднувачів

Виміряні значення опору мають відповідати нормам підприємств-виробників, а за їх відсутності – даним, наведеним у табл. 1.8.21.

Таблиця 1.8.21 – Допустимі значення опору постійному струму контактної системи роз'єднувачів

Тип роз'єднувача	Номинальна напруга, кВ	Номинальний струм, А	Допустимі значення опору, мкОм
1	2	3	4
РПГ	750	3150	250
РПГ	330, 500	3150	150
РГ	500	3150	120
РГ	330	3150	100
РГ	220	2000	150
РГ	220	1000	192
РГ	110	2000	71
РГ	110	1000	120

Кінець таблиці 1.8.21

Тип роз'єднувача	Номинальна напруга, кВ	Номинальний струм, А	Допустимі значення опору, мкОм
1	2	3	4
РГ, РГП	35	2000	40
РГ, РГП	35	1000	90
РГН	220	2000	129
РГН	220	1000	165
РГН	150	2000	120
РГН	150	1000	150
РПВ	330	3150	170
РДЗ	150	2000	58
РДЗ	150	1000	108
РДЗ, РДЗП	110	3150	48,6
РДЗ, РДЗП	110	2000	39,6
РДЗ, РДЗП	110	1000	82,2
РДЗ	35	2000	22,6
РДЗ	35	1000	60
РРЗ	35	1000, 2000	45
РЛНД	10	630	59
РЛНД	10	400	82
РЛНД	10	200	230

1.8.134 Вимірювання витягувальних зусиль рухомих контактів з нерухомих

Виміряні значення витягувальних зусиль за знежирених контактних поверхонь повинні відповідати нормам підприємства-виробника.

1.8.135 Перевірка роботи роз'єднувача

Роботу апарата з ручним керуванням перевіряють шляхом виконання п'яти операцій «увімкнення» та п'яти операцій «вимикання», апаратів з дистанційним керуванням – також шляхом виконання п'яти операцій «увімкнення» і п'яти операцій «вимикання» за номінальної напруги на виводах електродвигунів керування.

1.8.136 Перевірка роботи механічного блокування

Блокування не повинне допускати оперування головними ножами за увімкнених заземлювальних ножів і навпаки.

КОМПЛЕКТНІ РОЗПОДІЛЬЧІ УСТАНОВКИ ВНУТРІШНЬОГО ТА ЗОВНІШНЬОГО УСТАНОВЛЕННЯ

1.8.137 Вимірювання опору ізоляції

1 Опір ізоляції первинних кіл вимірюють мегаомметром на напругу 2,5 кВ. Значення опору ізоляції має бути не меншим ніж 100 МОм.

2 Опір ізоляції вторинних кіл вимірюють згідно з **1.8.191**.

1.8.138 Випробування підвищеною напругою промислової частоти

1 Випробування ізоляції первинних кіл комірок

Значення випробної напруги приймають згідно з табл. 1.8.22.

Випробування підвищеною напругою промислової частоти комплектних розподільчих установок внутрішнього (КРУ) та зовнішнього (КРУЗ) установлення рекомендовано виконувати до приєднання силових кабелів за змонтованих комірок і висувних елементів у робочому положенні (крім висувних елементів з трансформаторами напруги, вентильними розрядниками та обмежувачами перенапруг).

Таблиця 1.8.22 – Випробна напруга промислової частоти комірок КРУ і КРУЗ

Номінальна напруга КРУ і КРУЗ, кВ	Випробна напруга, кВ, для комірок		
	з фарфоровою ізоляцією	з ізоляцією елементів з твердих органічних матеріалів	з полегшеною ізоляцією
6	32	28,8	18,0
10	42	37,8	25,2
15	55	49,5	34,2
20	65	58,5	45,0
35	95	85,5	72,0

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

2 Випробування ізоляції вторинних кіл комірок

Ізоляцію вторинних кіл комірок випробують напругою промислової частоти 1 кВ протягом 1 хв.

1.8.139 Контроль болтових контактних з'єднань**1 Перевірка якості виконання болтових контактних з'єднань шин**

Болтові з'єднання підлягають вибірковій перевірці на затягування болтів (на 2-3 % з'єднань) за **1.8.149**.

У колах заземлення електроустаткування перевірці підлягають всі болтові контактні з'єднання.

2 Вимірювання опору контактів постійному струму

Значення опору роз'ємних і болтових контактів не повинно перевищувати значень, наведених у табл. 1.8.23.

Таблиця 1.8.23 – Допустимі значення опору постійному струму контактів КРУ і КРУЗ

Випробний елемент	Допустиме значення опору
Контакти збірних шин, вибірково	Значення опору відрізка шин у місці контактного з'єднання не має перевищувати більше ніж у 1,2 раза значення опору відрізка шин тієї ж довжини без контакту
Втичні контакти первинного кола*), вибірково	Допустимі значення опору контактів наведено в інструкціях підприємств-виробників. У разі, коли значення опору контактів не наведено в інструкціях підприємств-виробників, значення опору має бути не більшим ніж, мкОм: для контактів на 400 А – 75 для контактів на 600 А – 60 для контактів на 900 А – 50 для контактів на 1200 А – 40 для контактів більше 2000 А – 33
Роз'ємні контакти вторинного силового кола (лише контакти ковзного типу), вибірково	Не більше ніж 4000 мкОм

*) Вимірювання виконують, якщо дозволяє конструкція КРУ і КРУЗ.

1.8.140 Механічні випробування

Випробування виконують відповідно до інструкції з експлуатації КРУ і КРУЗ підприємства-виробника.

До механічних випробувань відносяться:

– п'ятиразове викочування та вкочування висувних елементів з перевіркою стану і точності зчленування втичних контактів, а також робота шторок, блокування, фіксаторів, механічних частин дугового захисту тощо;

– перевірка роботи і стану контактів заземлювального роз'єднувача.

Примітка. Норми випробувань елементів КРУ і КРУЗ (вимикачі, вимірювальні трансформатори, вимикачі навантаження, обмежувачі перенапруг, вентильні розрядники, запобіжники, роз'єднувачі, кабелі, силові трансформатори тощо) наведено у відповідних пунктах цієї глави.

КОМПЛЕКТНІ ЕКРАНОВАНІ СТРУМОПРОВОДИ

1.8.141 Вимірювання опору ізоляції

Вимірювання опору ізоляції струмовідних елементів виконують мегаомметром на напругу 2,5 кВ, а ізольованих екранів – за **1.8.144**.

Значення опору ізоляції струмовідних елементів не нормуються.

1.8.142 Випробування ізоляції струмопроводу підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги для ізоляції струмопроводу за від'єднаних вентильних розрядників (обмежувачів перенапруг), трансформаторів напруги, обмоток генераторів і силових трансформаторів наведено в табл. 1.8.24.

Таблиця 1.8.24 – Значення випробної напруги

Вид ізоляції струмопроводу	Значення випробної напруги, кВ, для струмопроводів з номінальною напругою, кВ					
	6	10	15	20	24	35
Фарфорова	32	42	55	65	75	95
Фарфорова разом з виробами з твердих органічних матеріалів	28,8	37,8	49,5	58,5	67,5	85,5

Для струмопроводів і загальним для всіх трьох фаз екраном випробну напругу прикладають по чергово до кожної фази струмопроводу за інших заземлених на кожух фаз.

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

1.8.143 Перевірка якості з'єднань шин і екранів

Болтові з'єднання струмопроводу, виконані відповідно до вимог інструкції з монтажу болтових з'єднань шин, підлягають вибірковій перевірці на затягування болтів.

Зварні з'єднання повинні виконувати висококваліфіковані зварники. З'єднання підлягають огляду відповідно до інструкції зі зварювання алюмінію, контролю методом рентгено- або гамаскопії (за наявності відповідної установки) або способом, рекомендованим підприємством-виробником.

Шви зварних з'єднань шин і екранів мають відповідати таким вимогам:

- не допускаються тріщини, пропали, незаварені кратери та непровари довжиною, більшою ніж 10 % довжини шва за глибини, більшої ніж 15 % товщини металу, який зварюється;

- сумарне значення непровару, підрізів, газових пор, окисних і вольфрамових включень зварних шин і екранів з алюмінію та його сплавів у кожному перетині, який розглядається, має бути не більшим ніж 15 % товщини металу, який зварюється.

1.8.144 Перевірка відсутності короткозамкнутих контурів в екранах струмопроводів

Перевірку виконують у струмопроводах, кожухи яких ізолювано від опорних металоконструкцій.

1 Перевірка гумових ущільнень екранів секціонованих струмопроводів

Значення опору ізоляції гумових ущільнень з'ємних і рухомих екранів відносно металевих конструкцій за демонтованих стяжних шпильок, виміряне мегаомметром на напругу 1 кВ, має бути не меншим ніж 10 кОм.

2 Перевірка гумових компенсаторів екранів секціонованих струмопроводів

Повітряний зазор між болтами сусідніх металевих затискних кілець гумового компенсатора має бути не меншим ніж 5 мм.

3 Перевірка ізоляційних прокладок станин струмопроводів з секціонованими і безперервними екранами

Перевірку виконують у станинах екранів і вузлів металевих конструкцій з двошаровими ізоляційними прокладками.

Значення опору ізоляції прокладки, виміряне мегаомметром на напругу 0,5 кВ або 1,0 кВ, повинне бути не меншим ніж 10 кОм.

Стан ізоляційних втулок болтів кріплення металевих балок і станин екранів перевіряють візуально.

4 Перевірка ізоляції екранів (коробів) струмопроводу від корпусу генератора та трансформатора

За безперервного повітряного зазору (щілини) між екраном (коробом) струмопроводу і корпусом генератора перевіряють візуально відсутність металевого замикання зазору (щілини).

У разі однобічної ізоляції ущільнень екранів (коробів) струмопроводу від корпусу генератора і трансформатора перевіряють візуально цілісність ізоляційних втулок, відсутність дотикання поверхнями екрана (короба) в місцях ізолювання корпусу генератора і трансформатора.

У разі двобічної ізоляції ущільнень екранів (коробів) струмопроводу в місцях приєднання останнього до корпусу генератора і трансформатора вимірюють опір ізоляції екрана (короба) відносно корпусу генератора і трансформатора за демонтованих стяжних шпильок і заземлювальних провідників, який має бути не меншим ніж 10 кОм.

1.8.145 Перевірка відсутності водню в екранах

Перевірку виконують в струмопроводах, приєднаних до виводів генераторів з водневим охолодженням. Вміст водню в екранах струмопроводу має бути не більшим ніж 1 %.

1.8.146 Перевірка пристроїв штучного охолодження струмопроводу

Перевірку параметрів штучного охолодження та пристроїв виконують згідно з інструкціями підприємств-виробників.

Примітка. Норми випробувань обладнання, вбудованого в струмопровід (вимірювальні трансформатори, комутаційні апарати тощо), наведено у відповідних пунктах цієї глави.

КОНТАКТНІ З'ЄДНАННЯ ЗБІРНИХ ТА З'ЄДНУВАЛЬНИХ ШИН, ПРОВІДІВ І ГРОЗОЗАХИСНИХ ТРОСІВ

1.8.147 Контроль опресованих контактних з'єднань

Контролюють геометричні розміри і стан контактних з'єднань проводів і грозозахисних тросів повітряних ліній (ПЛ) та шин розподільчих установок (РУ).

Геометричні розміри (довжина і діаметр спресованої частини корпусу затискача) не повинні відрізнятися від тих, які вимагаються технологічними вказівками з монтажу контактних з'єднань.

Стальне осердя опресованого з'єднувального затискача не повинне зміщуватися відносно симетричного положення більше ніж на 15 % довжини частини проводу, який пресується.

На поверхні затискача не повинно бути ущільнень, корозії, механічних пошкоджень.

Вибірково контролюють не менше 3 % установлених затискачів кожного типорозміру (марки).

1.8.148 Контроль контактних з'єднань, виконаних із застосуванням овальних з'єднувальних затискачів

Перевіряють геометричні розміри і стан контактних з'єднань проводів і грозозахисних тросів.

Геометричні розміри з'єднувальних затискачів після монтажу не повинні відрізнятися від передбачених технологічними вказівками з монтажу.

На поверхні затискачів не повинно бути ущільнень, корозії (на сталевих з'єднувальних затискачах), механічних пошкоджень.

Кількість витків скрутки затискачів, які скручуються, у сталевих, алюмінієвих і мідних проводах повинна становити не менше чотирьох і не більше чотирьох з половиною витків.

Контролюють вибірково не менше ніж 2 % встановлених затискачів кожного типорозміру.

1.8.149 Контроль болтових контактних з'єднань

1 Контроль затяжки болтів контактних з'єднань

Перевіряють затяжку болтів контактних з'єднань, виконаних із застосуванням з'єднувальних плашкових, петльових,

перехідних, з'єднувальних перехідних, відгалужених і апаратних затискачів; перевірку проводять відповідно до інструкції з їх монтажу вибірково на 2 – 3 % з'єднань.

2 Вимірювання перехідних опорів

Перевіряють перехідний опір усіх болтових контактних з'єднань неізолюваних проводів ПЛ напругою від 35 кВ до 750 кВ, збірних та з'єднувальних шин і струмопроводу на струм 1000 А і більше, контактних з'єднань шин відкритих розподільчих установок (ВРУ) напругою 35 кВ і вище.

Проводять вибірково на 2 – 3 % з'єднань.

На ПЛ падіння напруги або опір на ділянці проводу (0,7 м – 0,8 м) у місці контактного з'єднання не повинні перевищувати падіння напруги або опір усієї ділянки проводу тієї самої довжини і того самого перерізу більше ніж у два рази; для контактних з'єднань на підстанції співвідношення вимірюваних опорів повинне бути не більшим ніж 1,2.

1.8.150 Контроль зварних контактних з'єднань

1 Контроль контактних з'єднань, виконаних із застосуванням термітних патронів

Контролюють контактне з'єднання проводів ПЛ і збірних з'єднувальних шин РУ, виконаних із застосуванням термітних патронів.

У звареному з'єднанні не повинно бути:

- перепалів зовнішньої повивки проводу або порушення зварювання в разі перегинання зварених кінців проводу;
- усадкових раковин в місці зварювання глибиною більше 1/3 діаметра проводу з алюмінію, сплавів або міді глибиною більше ніж 6 мм – сталевалюмінієвого проводу перерізом 150 – 600 мм².

2 Контроль контактних з'єднань жорсткої ошиновки, виконаних зварюванням

Перевіряють стан зварювання контактних з'єднань. У звареному з'єднанні не повинно бути зовнішніх дефектів: непроварів, газових пор, чужорідних включень, тріщин у шві та в зоні термічного впливу.

Зварні з'єднання вважаються непридатними, якщо в них виявлено:

- дефекти, сумарна протяжність яких є більшою ніж 10 мм;

– дефекти, сумарна умовна протяжність яких є більшою ніж 20 % внутрішнього периметра з'єднань.

1.8.151 Перевірка вузла вільного кріплення жорсткої ошиновки

Перевірку проводять згідно із СОУ 40.1-32385941-39:2010 «Проектування жорсткої ошиновки у відкритих розподільчих установках напругою від 110 до 750 кВ. Методичні вказівки».

1.8.152 Перевірка максимального прогину жорсткої ошиновки

Максимальний прогин ошиновки після установлення на ізолятори та додавання ваги відгалужень не повинен перевищувати $L_0/100$, де L_0 – довжина шини між опорами (шинотримачами).

1.8.153 Контроль з'єднань із спіральною арматурою

Під час контролю перевіряють правильність виконання монтажу:

- повиви спіральної арматури повинні бути змонтовані без накладання один на одного;
- не повинно бути перегинів провідників спіральних затискачів;
- повиви повинні бути змонтовані таким чином, щоб кожне наступне пасмо притискалося до попереднього.

СТРУМООБМЕЖУВАЛЬНІ СУХІ РЕАКТОРИ

1.8.154 Вимірювання опору ізоляції обмоток відносно болтів кріплення

Опір вимірюють мегаомметром на напругу 1,0 кВ або 2,5 кВ.

Значення опору ізоляції реакторів має бути не меншим ніж 0,5 МОм.

1.8.155 Випробування опорних ізоляторів реактора підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги опорних ізоляторів повністю зібраного реактора приймають згідно з табл. 1.8.30.

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

Випробування опорних ізоляторів реакторів та ізоляторів ошиновки комірки можна виконувати одночасно.

ЕЛЕКТРОФІЛЬТРИ

1.8.156 Вимірювання опору ізоляції обмоток трансформатора агрегату живлення

Значення опору ізоляції обмоток напругою 380/220 В разом з приєднаними до них колами повинне бути не меншим ніж 1 МОм.

Значення опору ізоляції обмоток високої напруги не повинне бути нижчим ніж 50 МОм за температури 25 °С або не повинне бути меншим ніж 70 % значення, зазначеного в паспорті агрегату.

1.8.157 Випробування ізоляції кіл 380/220 В агрегату живлення

Випробування ізоляції проводять напругою промислової частоти 2 кВ протягом 1 хв. Елементи, що працюють на напрузі 60 В і нижче, повинні бути від'єднаними.

1.8.158 Вимірювання опору ізоляції кабелю високої напруги

Значення опору ізоляції, виміряне мегаомметром на напругу 2,5 кВ, має бути не меншим ніж 10 МОм.

1.8.159 Випробування ізоляції кабелю високої напруги

Випробування проводять напругою 70 кВ постійного струму протягом 30 хв.

1.8.160 Випробування трансформаторного масла

Гранично допустимі значення пробивної напруги масла: до заливання – 40 кВ, після заливання – 35 кВ. У маслі не повинно міститися слідів води.

1.8.161 Перевірка справності заземлення елементів обладнання

Виконують перевірку надійності кріплення заземлювальних провідників до заземлювача і до елементів устаткування: осаджувальних електродів, позитивного полюса агрегату живлення, корпусу електрофільтра, корпусів трансформаторів і електродвигунів, основи перемикачів, каркасів панелей і щитів управління, кожухів кабелю високої напруги, люків лазів, дверцят ізоляторних коробок, коробок кабельних муфт, фланців ізоляторів та інших металевих конструкцій згідно з проектом.

1.8.162 Перевірка опору заземлювальних пристроїв

Опір заземлювача не повинен перевищувати 4 Ом, а опір заземлювальних провідників (між контуром заземлення та деталлю устаткування, що підлягає заземленню) – 0,05 Ом.

1.8.163 Зняття вольтамперних характеристик

Вольтамперні характеристики електрофільтра (залежність струму корони полів від прикладеної напруги) знімають на повітрі і димовому газі згідно з вказівками табл. 1.8.25.

Таблиця 1.8.25 – Вказівки щодо зняття характеристик електрофільтрів

Випробуваний об'єкт	Порядок зняття вольтамперних характеристик	Вимоги до результату випробувань
Кожне поле на повітрі	Вольтамперну характеристику знімають при плавному підвищенні напруги з інтервалами зміни струмового навантаження 5 – 10 % номінального значення до передпробійного рівня. Її знімають за увімкнених в безперервну роботу механізмів струшування електродів і димососів	Пробивна напруга на електродах повинна бути не меншою ніж 40 кВ за номінального струму корони протягом 15 хв
Усі поля електрофільтра на повітрі	Те саме	Характеристики, зняті на початку і наприкінці 24 год випробування, не повинні відрізнятися одна від одної більше ніж на 10 %.
Усі поля електрофільтра на димовому газі	Вольтамперну характеристику знімають при плавному підвищенні напруги до передпробійного рівня (висхідна вітка) з інтервалами зміни струмового навантаження 5 – 10 % номінального значення і при плавному зниженні напруги (низхідна вітка) з тим же інтервалом струмового навантаження. Її знімають за номінального першого навантаження котла і увімкнених у безперервну роботу механізмів струшування електродів	Характеристики, зняті на початку і наприкінці 72 год випробування, не повинні відрізнятися одна від одної більше ніж на 10 %

КОНДЕНСАТОРИ

1.8.164 Вимірювання опору ізоляції

Вимірювання виконують мегаомметром на напругу 2,5 кВ для конденсаторів зв'язку, конденсаторів відбору потужності, конденсаторів дільників напруги, ізолюючих підставок.

Значення опору ізоляції між виводами конденсатора не нормується, але воно має бути не меншим ніж 100 МОм.

Опір ізоляції ізолюючих підставок конденсаторів вимірюють згідно з **1.8.184.**

1.8.165 Вимірювання ємності

Ємність вимірюють у кожному елементі конденсатора.

Відхилення виміряних значень ємності конденсатора від паспортних не повинні виходити за межі, наведені в табл. 1.8.26.

Таблиця 1.8.26 – Допустиме відхилення ємності конденсаторів

Вид конденсатора	Допустиме відхилення виміряної ємності конденсатора від паспортного значення, %
Косинусний конденсатор на напругу 3,15 кВ і вище	± 5
Конденсатор поздовжньої компенсації	+ 5 – 10
Конденсатори зв'язку, конденсатори відбору потужності та конденсатори дільників напруги	± 5

1.8.166 Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат

Тангенс кута діелектричних втрат вимірюють на конденсаторах зв'язку, відбору потужності та конденсаторах для дільників напруги.

Виміряні значення $\text{tg}\delta$ не повинні перевищувати 0,3 %.

1.8.167 Випробування конденсаторів підвищеною напругою

Необхідність проведення випробування конденсаторів підвищеною напругою, значення випробної напруги та тривалість її прикладення визначають за інструкціями підприємств-виробників.

1.8.168 Випробування батареї конденсаторів

Випробування проводять трикратним увімкненням батареї на номінальну напругу з контролем значень струмів по всіх фазах.

Струми в різних фазах не повинні відрізнятися один від одного більше ніж на 5 %.

ВЕНТИЛЬНІ РОЗРЯДНИКИ ТА ОБМЕЖУВАЧІ ПЕРЕНАПРУГ

1.8.169 Вимірювання опору розрядників і обмежувачів перенапруг

У розрядниках і обмежувачах перенапруг (ОПН) на класи напруги 3 кВ і вище опір вимірюють мегаомметром на напругу 2,5 кВ, у розрядниках і ОПН – на класи напруги від 1 кВ до 3 кВ – мегаомметром на напругу 1,0 кВ.

Значення опору розрядників і ОПН на класи напруги до 3 кВ повинне бути не меншим ніж 1000 МОм.

Значення опору розрядників типу РВО має бути не меншим ніж 5000 МОм.

Значення опору ОПН на класи напруги від 3 кВ до 750 кВ має відповідати вимогам інструкцій підприємств-виробників.

Значення опору ізоляції між ізольованим виводом і нижнім фланцем ОПН повинне бути не меншим ніж 10 МОм.

1.8.170 Вимірювання струму провідності обмежувачів перенапруг

Струм вимірюють за температури навколишнього повітря, вищої ніж 5 °С, у суху погоду – за методикою підприємства-виробника.

Вимірювання струму провідності обмежувачів перенапруг проводять:

- для обмежувачів на класи напруги від 3 кВ до 110 кВ – при прикладанні найбільшої тривало допустимої робочої напруги обмежувача;

- для обмежувачів на класи напруги від 150 кВ до 750 кВ – за напруги, наведеної в інструкції підприємства-виробника.

Граничні значення струмів провідності ОПН повинні відповідати інструкціям підприємств-виробників.

1.8.171 Вимірювання пробивної напруги розрядників

Вимірюють у розрядниках типу РВО на напругу від 3 кВ до 10 кВ за методикою підприємства-виробника. Допустимі значення пробивної напруги розрядників наведено в табл. 1.8.27.

Таблиця 1.8.27 – Пробивні напруги розрядників за промислової частоти

Тип розрядника	Діюче значення пробивної напруги за промислової частоти, кВ	
	не менше	не більше
РВО-3	9	11
РВО-6	16	19
РВО-10	26	30,5

1.8.172 Перевірка пристрою для вимірювання струму провідності обмежувача перенапруг під робочою напругою

Вимірювання та випробування виконують за методикою та нормами підприємства-виробника.

ЗАПОБІЖНИКИ ТА ЗАПОБІЖНИКИ-РОЗ'ЄДНУВАЧІ НА НАПРУГУ, ВИЩУ НІЖ 1 КВ**1.8.173 Випробування опорної ізоляції підвищеною напругою промислової частоти**

Значення випробної напруги опорної ізоляції запобіжників і запобіжників-роз'єднувачів приймають згідно з табл. 1.8.30.

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

Випробування опорної ізоляції запобіжників і запобіжників-роз'єднувачів можна виконувати разом з випробуванням ізоляторів ошиновки комірок.

1.8.174 Перевірка цілісності плавкої вставки

Перевіряють:

- омметром – цілісність плавкої вставки;
- візуально – наявність маркування на патроні і відповідність струму проектним даним.

1.8.175 Вимірювання опору постійному струму струмо-провідної частини патрону запобіжника-роз'єднувача

Виміряне значення опору повинне відповідати даним підприємства-виробника.

1.8.176 Вимірювання контактного натиску в роз'ємних контактах запобіжника-роз'єднувача

Виміряне значення контактного натиску повинне відповідати даним підприємства-виробника.

1.8.177 Перевірка стану дугогасної частини патрона запобіжника-роз'єднувача

Вимірюють внутрішній діаметр дугогасної частини патрона запобіжника-роз'єднувача.

Виміряне значення внутрішнього діаметра дугогасної частини патрона запобіжника-роз'єднувача повинне відповідати даним підприємства-виробника.

1.8.178 Перевірка роботи запобіжника-роз'єднувача

Виконують п'ять циклів операцій увімкнення та вимкнення запобіжника-роз'єднувача. Виконання кожної операції повинне бути успішним з першої спроби.

ВВОДИ ТА ПРОХІДНІ ІЗОЛЯТОРИ

1.8.179 Вимірювання опору ізоляції

Опір ізоляції вимірювальної та останньої обкладок вводів вимірюють мегаомметром на напругу 2,5 кВ.

Значення опору ізоляції повинне бути не меншим ніж 1000 МОм.

1.8.180 Вимірювання тангенса кута діелектричних втрат і ємності

Вимірювання $\text{tg}\delta$ та ємності ізоляції вводів і прохідних ізоляторів проводять за температури ізоляції, не нижчої ніж 10 °С.

Проводять вимірювання $\text{tg}\delta$ і ємності:

- основної ізоляції вводів – за напруги 10 кВ;
- ізоляції вимірювального конденсатора C_2 або останніх шарів ізоляції C_3 – за напруги 5 кВ (для вводів з твердою ізоляцією – згідно з вимогами підприємства-виробника).

Значення $\text{tg}\delta$ повинні відповідати вимогам підприємства-виробника.

Граничне збільшення ємності основної ізоляції має відповідати вимогам підприємства-виробника.

1.8.181 Випробування підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги для вводів і прохідних ізоляторів, що випробовують окремо до їх монтажу, приймають згідно з табл. 1.8.28. Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

Таблиця 1.8.28 – Значення випробної напруги вводів і прохідних ізоляторів

Найменування об'єкта випробування і вид основної ізоляції	Значення випробної напруги вводів і прохідних ізоляторів на номінальну напругу, кВ						
	3	6	10	15	20	24	35
Вводи та прохідні ізолятори з фарфору	24	32	42	55	65	75	95
Мастиконаповнені вводи, вводи та прохідні ізолятори з органічних твердих матеріалів	–	28,8	37,8	49,5	58,5	67,5	85,5

Випробування вводів, установлених на силових трансформаторах, виконують разом з випробуванням обмоток цих трансформаторів за нормами, прийнятими для силових трансформаторів.

1.8.182 Випробування трансформаторного масла з маслонаповнених вводів

У герметичних вводах випробування масла не виконують.

ОПОРНІ ТА ОПОРНО-СТРИЖНЬОВІ ІЗОЛЯТОРИ

1.8.183 Контроль зовнішнього стану

1 Ізолятори, які мають на ребрах поверхні сколи, дозволено вводити в експлуатацію після відновлювального ремонту, за умови неперевищення значень площі та глибини допустимих сколів, зазначених у табл. 1.8.29.

2 Ізолятори з низькою якістю армування дозволено вводити в експлуатацію після відновлювального ремонту за умови неперевищення площі 10 см² (у двох фланцях) поверхневого викришування цементної зв'язки.

3 Відхилення колонки ізолятора від вертикалі не повинне перевищувати 2 мм.

Таблиця 1.8.29 – Площа та глибина поверхневих сколів на ребрах ізоляторів, які підлягають відновлювальному ремонту

Площа зовнішньої поверхні ізолятора, дм ²	36 – 60	60 – 175	175 – 270	270 – 360	360 – 450	450 – 800	800 – 1400	>1400
Сумарна площа допустимих сколів на ізолятори, мм ²	100	100	150	150	200	200	200	300
Допустима глибина сколу, мм	2	3	3	3	3	3	3	4

1.8.184 Вимірювання опору ізоляції

Опір ізоляції вимірюють мегаомметром на напругу 2,5 кВ за температури навколишнього повітря, не нижчої ніж 5 °С. Вимірювання опору ізоляторів рекомендовано проводити безпосередньо перед їх установленням.

Значення опору ізоляції кожного ізолятора повинне бути не меншим ніж 300 МОм.

1.8.185 Випробування підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги приймають згідно з табл. 1.8.30.

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

Таблиця 1.8.30 – Випробна напруга опорних та опорно-стрижневих ізоляторів

Вид ізоляції	Значення випробної напруги ізоляторів на номінальну напругу, кВ					
	3	6	10	15	20	35
Фарфорова	24	32	42	55	65	95
Полімерна	21,6	28,8	37,8	49,5	58,5	85,5

1.8.186 Контроль опорно-стрижневих ізоляторів ультразвуковим методом

Контроль опорно-стрижневих ізоляторів із фарфору ультразвуковим методом проводять згідно із СОУ-Н ЕЕ 40.12-00100227-466:2011 «Контроль технічного стану опорно-стрижневих ізоляторів за допомогою ультразвукового (акустичного) методу та засобами інфрачервоної техніки. Норми їх дефектації».

ТРАНСФОРМАТОРНЕ МАСЛО

1.8.187 Контроль якості трансформаторного масла після транспортування

Масло, яке надійшло з підприємства-виробника (постачальника), до його зливання з цистерни (ємності), перевіряють на відповідність вказаних у документах значень показників його якості – пробивна напруга, температура спалаху, кислотне число, вміст водорозчинних кислот і лугів, наявність механічних домішок і нерозчиненої води.

Масло, призначене для заливання в електроустаткування на напругу 110 кВ і вище (силові та вимірювальні трансформатори, вводи), а також у трансформатори власних потреб особливо важливих об'єктів без урахування класу напруги, потрібно додатково перевіряти на термоокисну стабільність і тангенс кута діелектричних втрат за температури 90 °С.

1.8.188 Контроль якості трансформаторного масла після зливання в ємності

Через три доби після зливання масла в ємності з кожної з них відбирають проби для випробувань (верхню та нижню) відповідно до ГОСТ 6433.5-84 «Диэлектрики жидкие. Отбор проб» і ДСТУ 4488-2005 «Нафта і нафтопродукти. Методи відбирання проб». Обсяг випробувань має відповідати **1.8.187**, за винятком визначення термоокисної стабільності.

1.8.189 Контроль якості трансформаторного масла перед заливанням в електроустаткування

Свіже трансформаторне масло, яке підготовлено до заливання в електроустаткування, повинне задовольняти вимогам табл. 1.8.31 для визначених категорій зазначеного устаткування.

Для диференційованого підходу до оцінювання якості масел електроустаткування поділяють на категорії, наведені в табл. 1.8.32.

Таблиця 1.8.31 – Гранично допустимі значення показників якості трансформаторного масла, підготовленого та залитого в устаткування

Найменування показників	Категорія устаткування ¹⁾	Значення показників якості трансформаторного масла до заливання (доливання) в устаткування	Значення показників якості трансформаторного масла після заливання в устаткування	Нормативний документ, який регламентує метод визначення показників
1	2	3	4	5
І Пробивна напруга для трансформаторів, апаратів і вводів, не менше, кВ	А (крім герметичних уводів) Б (крім герметичних уводів) В (тільки для устаткування класу напруги 150 кВ, крім герметичних уводів) В (крім устаткування класу напруги 150 кВ та герметичних уводів) Г (тільки для трансформаторів власних потреб) Г (крім трансформаторів власних потреб) Д Тільки для герметичних уводів категорій класів напруг А, Б, В	70 60 55 50 40 35 30 70	65 55 50 45 35 30 25 –	ГОСТ 6581-75

Продовження таблиці 1.8.31

Найменування показників	Категорія устаткування ¹⁾	Значення показників якості трансформаторного масла до заливання (доливання) в устаткування	Значення показників якості трансформаторного масла після заливання в устаткування	Нормативний документ, який регламентує метод визначення показників
1	2	3	4	5
2 Вологовміст, не більше, % маси (г/т)	<p>Для всіх категорій герметичного устаткування, у тому числі з пливковим або азотним захистом (крім вимірювальних трансформаторів), негерметичного устаткування категорій А, Б (крім вимірювальних трансформаторів) та трансформаторів власних потреб енергоблоків станцій незалежно від класу напруги</p> <p>Для решти устаткування: категорій В (крім вимірювальних трансформаторів)</p> <p>Для вимірювальних трансформаторів категорій за класом напруги А, Б, В</p> <p>Категорій Г, Д</p>	<p>0,001 (10)</p> <p>0,002 (20)</p> <p>0,0015 (15)</p> <p>Відеутне (візуально)</p>	<p>0,001 (10)</p> <p>0,0025 (25)</p> <p>0,0020 (20)</p> <p>Відеутне (візуально)</p>	ГОСТ 7822-75 ²⁾

Продовження таблиці 1.8.31

Найменування показників	Категорія устаткування ¹⁾	Значення показників якості трансформаторного масла (доливання) в устаткуванні	Значення показників якості трансформаторного масла після заливання в устаткування	Нормативний документ, який регламентує метод визначення показників
1	2	3	4	5
3 Тангенс кута діелектричних втрат за температури 90°C, не більше, %	А, Б, В, Г1, Д1 (потужністю 40 МВ·А і більше та місткістю масла 10 т і більше)	0,5	0,7	ГОСТ 6581-75
4 Кислотне число, не більше, мг КОН/г масла	А, Б, В, Г, Д	0,01	0,01	ГОСТ 5985-79 ³⁾
5 Вміст водорозчинних кислот, мг КОН/г масла	А, Б, В, Г, Д	Відеутне	Відеутне	ГОСТ 6307-75
6 Вміст механічних домішок, не більше: — кількість в 100 мл масла часток (розмір часток більше 5 мкм), шт. (клас чистоти);	А	24930 (10)	24930 (10)	ІЕС 60970:2007, ДСТУ ГОСТ 17216:2004

Кінець таблиці 1.8.31

Найменування показників	Категорія устаткування ¹⁾	Значення показників якості трансформаторного масла до заливання (доливання) в устаткування	Значення показників якості трансформаторного масла після заливання в устаткування	Нормативний документ, який регламентує метод визначення показників
1	2	3	4	5
– % маси (г/г) ⁴⁾	А та шунтувальні реактори 500 кВ Б, В Г, Д	0,0005 (5) 0,005 (50) Відсутнє (візуально)	0,0005 (5) 0,005 (50) Відсутнє (візуально)	РД 34.43.202, ГОСТ 6370-83
7 Температура спалаху в закритому тиглі, не менше, °С	А, Б, В, Г, Д	135	135	ГОСТ 6356-75
8 Газовміст (для герметичного обладнання)	А, Б, В	За інструкцією підприємства-виробника	За інструкцією підприємства-виробника	
9 Стабільність проти окислення	А, Б	Відповідно до марки масла	—	ГОСТ 981-75

¹⁾ Категорія устаткування – згідно з приміткою до таблиці 1.8.32.²⁾ Дозволено визначати показник за ГОСТ 24614, а також застосовувати прилади, що пройшли атестацію в організаціях, яким Держспоживстандартом України надано такі права.³⁾ Дозволено визначати показник також за ГОСТ 11362.⁴⁾ Дозволено використовувати прилади, які дають можливість визначати гранулометричний склад механічних домішок з наступним визначенням вагового вмісту механічних домішок за ДСТУ ГОСТ 17216.

Таблиця 1.8.32 – Категорії високовольтного маслонаповненого устаткування

Клас напруги, кВ	Категорія відповідно до класу напруги	Категорія відповідно до класу напруги і типу устаткування	
		Силові трансформатори і реактори	Вимірювальні трансформатори і вводи
750	А	А1	А2
220–500	Б	Б1	Б2
60–150	В	В1	В2
15–35	Г	Г1	Г2
До 15	Д	Д1	Д2

Примітка. Якщо в разі посилання на категорію не зазначено цифровий індекс типу устаткування, то вимоги пред'являються до устаткування зазначеного класу напруги.

Заливають і доливають маслонаповнене електроустаткування попередньо підготовленим чистим і сухим маслом. Показники, які має бути визначено для трансформаторного масла, підготовленого до заливання в те чи інше електроустаткування, наведено в табл. 1.8.33.

Таблиця 1.8.33 – Перелік показників, які визначають перед заливанням (доливанням) трансформаторного масла в устаткування

Вид устаткування та момент визначення показників якості масла	Категорія устаткування відповідно до класу напруги	Показник, який визначають (нумерація згідно з табл. 1.8.31)
1	2	3
1 Силові трансформатори, які транспортують без масла ¹⁾	А, Б, В Г, Д	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 1, 4, 5, 6, 7
2 Силові трансформатори, які транспортують з маслом: – до початку монтажу – після монтажу перед увімкненням	А, Б, В А, Б, В (Г, Д) ²⁾ (Г, Д) ³⁾	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 1, 6 1, 4, 5, 6, 7
3 Силові трансформатори з плівковим захистом: – перед заливанням – після монтажу перед увімкненням	А, Б, В, Г, Д А, Б, В	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Кінець таблиці 1.8.33

Вид устаткування та момент визначення показників якості масла	Категорія устаткування відповідно до класу напруги	Показник, який визначають (нумерація згідно з табл. 1.8.31)
1	2	3
4. Негерметичні вимірювальні трансформатори:		
– до початку монтажу	А, Б, В	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Г, Д	1, 4, 5, 6, 7
– після монтажу перед увімкненням	А, Б, В	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
	Г ⁴⁾	1, 4, 5, 6, 7
¹⁾ До початку монтажу таких трансформаторів треба відбирати проби залишків масла із дна. Пробивна напруга цього масла відповідно до категорій має становити не менше ніж: 50 кВ – для категорії А; 45 кВ – для категорії Б; 35 кВ – для категорії В. ²⁾ За наявності документів з результатами випробувань масла, проведених на підприємстві-виробнику не більше, як за шість місяців до введення (увімкнення) в експлуатацію, або якщо від попередніх випробувань пройшло також не більше шести місяців. Якщо показники 1 і 6 перед увімкненням устаткування не відповідають нормам таблиці 1.8.31, то масло замінюють з визначенням показників 1, 4, 5, 6, 7. ³⁾ За відсутності протоколу випробування масла підприємства-виробника або перевищення терміну (шість місяців від попередніх випробувань). ⁴⁾ Тільки якщо об'єм масла становить 30 кг і більше (якщо об'єм масла у вимірювальних трансформаторах категорії Г становить менше ніж 30 кг, проби масла можна не відбирати, але в разі погіршення характеристик ізоляції дозволено повну заміну масла).		

Значення показників якості масла, яке заливають до окремих ступенів каскадних вимірювальних трансформаторів, мають (якщо немає інших вимог підприємства-виробника таких трансформаторів) відповідати допустимим значенням для класу напруги цих трансформаторів, тобто класу напруги, для якої призначено каскадний вимірювальний трансформатор у цілому.

Для трансформаторів усіх класів напруг масло з бака контактора пристрою регулювання напруги під навантаженням випробовують згідно з інструкцією підприємства-виробника РПН.

1.8.190 Аналіз масла перед увімкненням електроустаткування

Значення показників якості трансформаторного масла, яке відбирають з електроустаткування перед його увімкненням під напругу після монтажу, повинне задовольняти вимогам табл. 1.8.31, якщо вони не суперечать документації підприємства-виробника на це устаткування. За наявності суперечностей контроль належної якості трансформаторного масла в цьому устаткуванні виконують згідно з документацією підприємства-виробника.

АПАРАТИ, ВТОРИННІ КОЛА ТА ЕЛЕКТРОПРОВІДКА НАПРУГОЮ ДО 1 КВ

1.8.191 Вимірювання опору ізоляції

Вимірюють опір ізоляції кожної із груп електрично не зв'язаних вторинних кіл приєднання (вимірювальні кола, кола оперативного струму, кола сигналізації тощо) відносно землі та інших груп кіл, а також між жилами контрольних кабелів особливо відповідальних вторинних кіл.

До особливо відповідальних вторинних кіл відносяться кола газового захисту, кола конденсаторів, які використовують як джерело оперативного струму струмові кола трансформаторів струму з номінальним значенням вторинного струму 1 А; струмові кола окремих фаз, де є реле або пристрої з двома або більше первинними обмотками; кола напруги від трансформаторів напруги до апаратів захисту вторинних кіл від КЗ.

Значення опору ізоляції повинні бути не меншими від наведених у табл. 1.8.34.

Таблиця 1.8.34 – Допустимі значення опору ізоляції апаратів, вторинних кіл і електропроводки

Випробний елемент	Номінальна напруга мегаомметра, кВ	Найменше допустиме значення опору ізоляції, МОм
1	2	3
1 Вторинні кола керування, захисту, вимірювання тощо: – шинки постійного струму та напруги на щиті керування (за від'єднаних кіл); – кожне приєднання вторинних кіл і кіл живлення приводів вимикачів і роз'єднувачів ¹⁾ ; – кола керування, захисту та збудження машин постійного струму на напругу до 1000 В, приєднаних до силових кіл	1,0; 2,5 1,0; 2,5 1,0; 2,5	10,0 0,5 – в електроустановках до 1000 В 1,0 – в електроустановках вище 1000 В 0,5 – в електроустановках до 1000 В 1,0 – в електроустановках вище 1000 В
2 Вторинні кола, які містять пристрої з мікроелектронними елементами, що розраховані на робочу напругу, В: – до 30 – понад 30 до 60 – понад 60	0,1 0,25 0,5	1,0 1,0 1,0
3 Силові та освітлювальні електропроводки ²⁾	1,0	0,5
4 Вторинні кола розподільчих пристроїв ³⁾ , щитів і струмопроводів	1,0; 2,5	0,5

¹⁾ Вимірювання виконують на всіх приєднаних апаратах (котушки приводів, контактори, реле приладів, вторинні обмотки трансформаторів струму та напруги тощо).

²⁾ Опір ізоляції за знятих плавких вставок вимірюють на відрізку між змінними запобіжниками або за останніми запобіжниками між будь-яким проводом і землею, а також між двома проводами. Під час вимірювання опору ізоляції необхідно вимкнути електроприймачі (апарати, прилади тощо).

³⁾ Вимірюють опір ізоляції вторинних кіл кожної секції розподільного пристрою.

1.8.192 Випробування підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги для ізоляції відносно землі кіл релейного захисту, електроавтоматики та інших вторинних кіл з повністю зібраною схемою (разом з реле, контакторами, котушками приводів, автоматичними вимикачами тощо) на напругу, вищу ніж 60 В, а також поміж жилами контрольних кабелів (під час таких випробувань напругу потрібно подавати по чергово на кожну жилу, решту жил з'єднати між собою і заземлити) особливо відповідальних вторинних кіл дорівнює 1 кВ.

Тривалість прикладення випробної напруги становить 1 хв.

Якщо у випробуваних колах є елементи, розраховані на меншу випробну напругу, їх потрібно від'єднати і випробувати окремо (згідно зі стандартами або технічними умовами на ці елементи) або зашунтувати.

1.8.193 Перевірка роботоздатності розчіплювачів (теплових, електромагнітних, напівпровідникових тощо) автоматичних вимикачів

Розчіплювачі мають вимикати автоматичний вимикач за значеннями виміряного параметра (струм, напруга, час), які знаходяться в межах, заданих підприємством-виробником.

1.8.194 Перевірка роботоздатності автоматичних вимикачів, контакторів і магнітних пускачів

Автоматичний вимикач, контактор і магнітний пускач повинні безперебійно вмикатися, вимикатися і надійно утримуватися в увімкнутому положенні за напруги утримання, заданої підприємством-виробником.

Значення напруги спрацьовування та кількість операцій наведено в табл. 1.8.35.

Таблиця 1.8.35 – Значення напруги спрацьовування та кількість операцій під час випробування автоматичних вимикачів, контакторів і магнітних пускачів

Операція	Напруга на шинах оперативного струму	Кількість операцій
Увімкнення	$0,85 U_{НОМ}$	5
Вимкнення	$0,8 U_{НОМ}$	5
Увімкнення та вимкнення	$1,0 U_{НОМ}$	5

1.8.195 Перевірка фазування розподільчих пристроїв і приєднань

Під час перевірки фазування розподільчих пристроїв і приєднань повинен бути збіг за фазами.

Примітка. Електропроводку напругою до 1 кВ від розподільчих пунктів до електроприймачів випробовують за **1.8.191**.

АКУМУЛЯТОРНІ БАТАРЕЇ

1.8.196 Вимірювання ємності акумуляторної батареї

Ємність акумуляторної батареї, приведена до температури 20°C, має відповідати даним підприємства-виробника.

1.8.197 Перевірка роботоздатності акумуляторної батареї під час поштовхових струмів

Значення напруги на виводах акумуляторної батареї за вимкненого підзарядного агрегату та розрядки батареї протягом не більше ніж 5 с найбільшим можливим струмом (кратність має бути не більшою ніж 2,5 значення струму одногодинного режиму розрядки) не повинне знижуватися більше ніж на 0,4 В на кожний елемент від напруги в момент, який передує поштовху струму.

1.8.198 Вимірювання густини електроліту

Густина електроліту в кожному елементі в кінці зарядки та розрядки батареї, приведена до температури 20 °C, повинна відповідати даним підприємства-виробника.

1.8.199 Вимірювання напруги кожного елемента батареї

Значення напруги елементів, що відстають, в кінці контрольної розрядки не повинне відрізнятись більше ніж на 2 % від середньоарифметичного значення напруги решти елементів, а кількість елементів, що відстають, не повинна перевищувати 5 % їх загальної кількості.

Значення напруги в кінці розрядки має відповідати даним підприємства-виробника.

1.8.200 Хімічний аналіз електроліту

Хімічний аналіз електроліту проводять згідно з вимогами підприємства-виробника.

1.8.201 Вимірювання опору ізоляції батареї

Вимірювання опору ізоляції незарядженої батареї та ошиновки проводять мегаомметром на напругу 1 кВ.

Опір ізоляції зарядженої акумуляторної батареї вимірюють пристроєм контролю ізоляції.

Вимірювання проводять за повністю знятого навантаження.

Значення опору ізоляції повинне бути не меншим ніж 0,5 МОм.

ЗАЗЕМЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

1.8.202 Перевірка виконання елементів заземлювальних пристроїв

Відповідність проекту конструктивного виконання заземлювального пристрою на відкритих розподільчих установках електростанції та підстанції до приєднання природних заземлювачів і заземлювальних елементів (устаткування, конструкцій, будівель) перевіряють після монтажу до засипання ґрунту.

Перевірку заземлювальних пристроїв на ПЛ проводять на всіх опорах у населеній місцевості, на відрізках з найбільш агресивними, зсувними, видувними та погано провідними ґрунтами та, крім того, не менше ніж у 2 % опор від загальної кількості опор із заземлювачами.

1.8.203 Перевірка з'єднань заземлювачів, заземлювальних і захисних провідників

Перевіряють переріз, цілість і міцність з'єднання заземлювачів, заземлювальних і захисних провідників.

Перевіряють пофарбування заземлювальних провідників при входженні в ґрунт.

У заземлювальних провідниках, які з'єднують апарати з заземлювачами, і захисних провідниках, які з'єднують апарати з головною заземлювальною шиною, не повинно бути обривів і видимих дефектів. Надійність зварювання перевіряють ударом молотка, цілість і стан кола заземлення і заземлювачів – омметром та іншими приладами і засобами діагностики.

Проводять вимірювання перехідного опору контактного з'єднання.

Справним вважається контактне з'єднання, значення опору якого не перевищує 0,05 Ом.

1.8.204 Перевірка стану пробивних запобіжників у електроустановках напругою до 1 кВ

Пробивні запобіжники повинні бути справними і відповідати номінальній напрузі електроустановки.

1.8.205 Перевірка кола фаза – нуль в електроустановках напругою до 1 кВ із глухозаземленою нейтраллю

Перевірку проводять одним із таких способів:

- безпосереднім вимірюванням струму однофазного замикання на корпус або нейтральний провідник за допомогою спеціальних приладів;

- вимірюванням повного опору петлі фаза-нуль з наступним обчисленням струму однофазного замикання.

Кратність струму однофазного замикання на землю по відношенню до номінального струму запобіжника або автоматичного вимикача повинна бути не меншою від значення, вказаного в главі 3.1 цих Правил.

1.8.206 Вимірювання опору заземлювальних пристроїв

Найбільші допустимі значення опору заземлювальних пристроїв електроустановок (крім повітряних ліній) наведено в табл. 1.8.36.

Найбільші допустимі значення опору заземлювальних пристроїв повітряних ліній наведено в табл. 1.8.37.

Вимірювання проводять після приєднання природних заземлювачів.

1.8.207 Вимірювання напруги дотику (в електроустановках, виконаних згідно з нормами на напругу дотику)

Напругу дотику вимірюють за приєднаних природних заземлювачів і тросів ПЛ.

Напругу дотику вимірюють у контрольованих точках, в яких ці величини визначено розрахунком під час проектування. Під тривалістю впливу напруги розуміють сумарний час дії релейного захисту і повного часу вимикання вимикача.

Таблиця 1.8.36 – Найбільші допустимі значення опору заземлювальних пристроїв електроустановок (крім повітряних ліній)

Характеристика електроустановки, заземлювальний пристрій якої перевіряється	Значення питомого опору ґрунту ρ , Ом·м	Значення опору заземлювального пристрою, Ом, не більше
1	2	3
1. Електроустановки напругою понад 1 кВ в електричних мережах з глухозаземленою нейтраллю, заземлювальний пристрій яких виконано: – за нормами на опір; – за нормами на напругу дотику	Для всіх ρ Для всіх ρ	0,5 (з урахуванням опору штучних і природних заземлювачів) Згідно з проектом
2. Електроустановки напругою понад 1 кВ у мережі з ізольованою нейтраллю (3 кВ - 35 кВ)		
2.1 У разі використання заземлювального пристрою тільки для електроустановок напругою понад 1 кВ	До 500 Понад 500	250/ $\rho^{(1)}$, але не більше ніж 10 Ом 250/ $\rho^{(1)} \cdot 0,002\rho^{(2)}$ (за умови, що значення напруги на заземлювальному пристрої не перевищуватиме 250 В)
2.2 У разі використання заземлювального пристрою одночасно для електроустановок напругою до 1 кВ, якщо:		

Продовження таблиці 1.8.36

Характеристика електроустановки, заземлювального пристрою якої перевіряється	Значення питомого опору ґрунту ρ , Ом·м	Значення опору заземлювального пристрою, Ом, не більше
1	2	3
– захист від замикання на землю в електроустановці напругою понад 1 кВ діє на сигнал;	До 500	67/Ip ¹⁾ і повинен відповідати вимогам пунктів 3.1 та 3.2 цієї таблиці
– захист від замикання на землю в електроустановці на напругу понад 1 кВ діє на вимикання	Понад 500	67/Ip ¹⁾ ·0,002p ²⁾ (за умови, що значення напруги на заземлювальному пристрої не перевищуватиме 67 В)
3. Електроустановки напругою до 1 кВ	Для всіх ρ	Згідно з проектом
3.1 У мережі з глухозаземленою нейтраллю		
3.1.1 Приєднання нейтралі джерела живлення трифазного струму або виводу джерела однофазного струму до заземлювального пристрою з урахуванням використання всіх заземлювачів, приєднаних до PEN (PE)-провідника (повторних і грозозахисних), якщо кількість відхідних ліній є не меншою двох, для лінійних напруг (трифазного/однофазного струму), В:	До 100 ³⁾ До 100 ³⁾ До 100 ³⁾	2 4 8

Продовження таблиці 1.8.36

Характеристика електроустановки, заземлювальний пристрій якої перевіряється	Значення питомого опору ґрунту ρ , Ом·м	Значення опору заземлювального пристрою, Ом, не більше
1	2	3
3.1.2 Безпосереднє приєднання нейтралі джерела живлення трифазного струму або виводу джерела однофазного струму до заземлювача, розташованого біля джерела живлення, якщо виконується пункт 3.1.1 цієї таблиці, для лінійних напруг (трифазного/однофазного струму), В: 660/380 380/220 220/127	До 100 ³⁾ До 100 ³⁾ До 100 ³⁾	15 30 60
3.2 У мережі з ізольованою нейтраллю (система IT). Приєднання захисного РЕ-провідника до заземлювального пристрою у разі потужності джерела живлення: – понад 100 кВ·А; – до 100 кВ·А	До 500 Понад 500 До 500 Понад 500	4 ⁴⁾ 4·0,002 ρ ²⁾ (за умови, що значення напруги на заземлювальному пристрої не перевищуватиме 50 В) 10 ⁴⁾ 10·0,002 ρ ²⁾ (за умови, що значення напруги на заземлювальному пристрої не перевищуватиме 50 В)

Кінець таблиці 1.8.36

Характеристика електроустановки, заземлювальний пристрій якої перевіряється	Значення питомого опору ґрунту ρ , Ом·м	Значення опору заземлювального пристрою, Ом, не більше
1	2	3
3.3 В мережі з системою заземлення ТТ. Приєднання захисного РЕ-проводника до незалежного заземлювача	Для всіх ρ	$50/I_{\Delta n}^{(5)}$, але не більше ніж 100 Ом
4. Окремо встановлений на ВРУ блискавковідвід, який має відокремлений заземлювач		Згідно з пунктом 1.1 табл. 1.8.37
¹⁾ I_p – розрахункове значення струму замикання на землю (визначають за пунктом 1.7.99 цих Правил). ²⁾ Для питомого опору ґрунту більше ніж 500 Ом·м дозволено збільшувати наведені значення в 0,002р раз, але не більше ніж у 10 разів. ³⁾ Для електроустановок напругою до 1 кВ з глухозаземленою нейтраллю в районах з питомих опором ґрунту більше ніж 100 Ом·м дозволено збільшувати наведені значення опору в 0,01р раз, але не більше ніж у 10 разів, за винятком мереж, в яких заземлювальний пристрій, до якого приєднано нейтраль джерела живлення, використовують одночасно для електроустановок напругою до і понад 1 кВ. В останньому випадку збільшення опору можливе лише до значення, за якого напруга на заземлювальному пристрої не буде перевищувати 67 В у разі замикання на землю в електроустановці напругою понад 1 кВ, для якої захист від замикання на землю діє на сигнал, або не буде перевищувати допустиму напругу на заземлювальному пристрої, зазначену в таблиці 1.7.3 цих Правил, у разі, якщо захист діє на автоматичне вимкнення приєднання із замиканням на землю. ⁴⁾ Зазначені в пункті 3.2 опори можуть мати більше значення, якщо це обумовлено нормативними документами. ⁵⁾ $I_{\Delta n}$ – диференційний струм спрацювання пристрою захисного автоматичного вимкнення живлення, А.		

Таблиця 1.8.37 – Найбільші допустимі значення опору заземлювальних пристроїв повітряних ліній

Найменування електроустановки	1	Характеристика електроустановки і заземлювального об'єкта	2	Величина, яку вимірюють	3	Значення опору, Ом, не більше	4
І ПЛ напругою понад 1 кВ		1.1 Опори залізобетонні, металеві та дерев'яні, на яких підвищено трос або встановлено пристрої грозозахисту ¹⁾ ; усі залізобетонні та металеві опори ПЛ напругою 35 кВ; залізобетонні та металеві опори ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ у населеній місцевості; заземлювачі електроустановки, установлені на опорах ПЛ напругою 110 кВ і вище		Опір заземлювача за значення питомого опору ґрунту, Ом·м: до 100 більше 100 до 500 більше 500 до 1000 більше 1000 до 5000 більше 5000		10 15 20 30 $6 \cdot 10^{-3} \rho^2$	
		1.2 Заземлювачі електроустановки на опорах ПЛ напругою від 3 кВ до 35 кВ		Опір заземлювача		Згідно з пунктом 2.1 табл. 1.8.36	
		1.3 Опори залізобетонні та металеві ПЛ напругою від 3 кВ до 20 кВ у населеній місцевості		Опір заземлювача		Згідно з главою 2.5 цих Правил	
		1.4 Розрядники та ОПН на підходах ПЛ до РУ з електричними машинами		Опір заземлювача		Згідно з главою 4.2 цих Правил ³⁾	

Кінець таблиці 1.8.37

Найменування електроустановки	1	Характеристика електроустановки і заземлювального об'єкта	2	Величина, яку вимірюють	3	Значення опору, Ом, не більше	4
2 ПЛ напругою до 1 кВ		2.1 Опори із повторними заземлювачами PEN-провідника в мережах з глухозаземленою нейтраллю ⁴⁾		Опір заземлювача для лінійних напруг (трифазного/однофазного струму), В	660/380 380/220 220/127	Згідно з проектом, але не більше ніж:	15 30 60
		2.2 Опори з грозозахисними заземлювачами		Опір заземлювача (для всіх ρ)			30

¹⁾ Для опор висотою понад 50 м значення опору заземлювача повинне бути в два рази меншим від наведеного в таблиці.

²⁾ ρ – питомий опір ґрунту, Ом·м.

³⁾ До введення в дію нової редакції розділу 5 «Електросилові установки» значення опору визначається відповідно до підрозділу «Захист обертових електричних машин від грозових перенапруг» глави 4.2 в розділі «Правил устроєння електроустановок, 6-издание. – М.: Энергоатомиздат, 1985».

⁴⁾ У районах з питомим опором ґрунту, більшим ніж 100 Ом·м, дозволено збільшувати наведені значення опору в 0,01 ρ разів, але не більше ніж у 10 разів, за винятком мереж, в яких заземлювальний пристрій, до якого приєднано нейтраль джерела живлення, використовують одночасно для електроустановок напругою до і понад 1 кВ. В останньому випадку збільшення опору можливе лише до значення, за якого значення напруги на заземлювальному пристрої не буде перевищувати 67 В у разі замикання на землю в електроустановці напругою понад 1 кВ, для якої захист від замикання на землю діє на сигнал, або не буде перевищувати допустимого значення напруги на заземлювальному пристрої, вказане в табл. 1.7.3 цих Правил, у разі, якщо захист діє на автоматичне вимкнення приєднання із замиканням на землю.

Допустимі значення напруги дотику в електроустановках напругою від 110 кВ до 750 кВ наведено в табл. 1.8.38.

Таблиця 1.8.38 – Допустимі значення напруги дотику в електроустановках напругою від 110 кВ до 750 кВ

Назва показника	Значення					
Тривалість впливу напруги, с	До 0,1	0,2	0,5	0,7	0,9	Від 1,0 до 5,0
Напруга дотику, В	500	400	200	130	100	65

Примітка. Проміжні допустимі значення напруги в інтервалі від 0,1 с до 1,0 с слід визначати інтерполяцією.

1.8.208 Перевірка напруги на заземлювальному пристрої розподільчих установок електростанцій і підстанцій за стікання з нього струму замикання на землю

Перевірку (розрахункову) проводять для електроустановок напругою вище 1 кВ у мережі з ефективно заземленою нейтраллю.

Напруга на заземлювальному пристрої:

– не обмежується для електроустановок, із заземлювальних пристроїв яких не можуть виноситися потенціали за межі зовнішньої огорожі електроустановки;

– не більше ніж 10 кВ, якщо передбачено заходи захисту ізоляції кабелів зв'язку і телемеханіки, а також ізоляції зовнішньої оболонки екранів силових одножильних кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену кабельних ліній, які відходять від електроустановки, та заходи щодо запобігання винесенню небезпечних потенціалів;

– не більше ніж 5 кВ в усіх інших випадках.

СИЛОВІ КАБЕЛЬНІ ЛІНІЇ

1.8.209 Перевірка цілісності і фазування жил кабелю

Перевіряють цілісність і відповідність позначень фаз жил кабелю, що підключаються.

1.8.210 Вимірювання опору ізоляції

Опір ізоляції вимірюють мегаомметром на напругу 2,5 кВ протягом 1 хв до і після випробування кабелю підвищеною напругою.

У силових кабелях на напругу 1 кВ і нижче значення опору ізоляції повинне бути не нижчим ніж 0,5 МОм, на напругу вище 1 кВ значення опору ізоляції не нормується.

1.8.211 Випробування підвищеною напругою

Вид випробної напруги (змінна напруга з частотою 50 Гц; змінна напруга наднизької частоти 0,1 Гц спеціальної прямокутної косинусоподібної або іншої форми; випрямлена напруга) вибирають на підставі аналізу технічної можливості за рішенням технічного керівника.

Значення випробної напруги і тривалість випробування приймають згідно з табл. 1.8.39.

Таблиця 1.8.39 – Випробна напруга для КЛ

Вид випроб- ної напруги	Значення випробної напруги, кВ, для силових кабелів на номінальну напругу, кВ									Трива- лість випро- бувань, хв
	До 1	2	3	6	10	15	20	30	35	
КЛ з паперовою ізоляцією										
Випрямлена напруга	2,5	12	18	36	60	–	100 ¹⁾	–	140 ¹⁾	10
Змінна напруга наднизької частоти 0,1 Гц спеціальної форми (косинусний прямокутник)	–	3,6	5,4	11	18	–	36	–	60	30
КЛ з ізоляцією із зшитого поліетилену										
Напруга промислової частоти	–	–	–	6	10	15	20	30	35	5
Змінна напруга наднизької частоти 0,1 Гц спеціальної форми (косинусний прямокутник)	–	–	–	11	18	26	36	54	60	30

Кінець таблиці 1.8.39

Вид випроб- ної напруги	Значення випробної напруги, кВ, для силових кабелів на номінальну напругу, кВ									Трива- лість випро- бувань, хв
	До 1	2	3	6	10	15	20	30	35	
КЛ з пластмасовою ізоляцією (крім КЛ з ізоляцією із зшитого поліетилену)										
Випрямлена напруга	5 ²⁾	7,5	15	36	60	—	100 ¹⁾	—	140 ¹⁾	10
Змінна напруга наднизької частоти 0,1 Гц спеціальної форми (косинусний прямокутник)	—	3,6	5,4	11	18	—	36	—	60	30
КЛ з гумовою ізоляцією										
Випрямлена напруга	—	4	6	12	20	—	—	—	—	5
¹⁾ За відсутності необхідної випробної апаратури дозволено проводити випробування випробною випрямленою напругою 70 кВ. ²⁾ Обов'язкове випробування лише для кабелів електричних станцій, підстанцій і розподільчих пристроїв. Для решти кабелів випробування дозволено проводити мегаомметром на напругу 2,5 кВ тривалістю 1 хв.										

Кабелі з гумовою ізоляцією на напругу до 1 кВ випробовують підвищеною випрямленою напругою 2,5 кВ тривалістю 1 хв.

Для кабельних ліній (КЛ) на напругу 110 кВ і вище замість випробування випрямленою напругою дозволено виконувати випробування шляхом увімкнення КЛ на номінальну напругу. Тривалість такого випробування становить 24 год.

Випробування кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену випрямленою напругою призводить до погіршення стану ізоляції внаслідок накопичення об'ємних зарядів по товщині ізоляції і на поверхні напівпровідникових шарів. Тому КЛ з ізоляцією із зшитого поліетилену рекомендовано випробовувати змінною напругою наднизької частоти 0,1 Гц або напругою промислової частоти, значення якої дорівнює номінальній лінійній напрузі мережі, прикладеній між жилою кабелю і мідним екраном.

Під час проведення випробувань випрямленою напругою, періодично і на останній хвилині випробування, за показами міліамперметра визначають значення струму витоку. Якщо під час випробування струм витоку наростатиме або з'являться поштовхи струму, то тривалість випробування слід збільшити у два рази.

Абсолютне значення струму витоку не являється бракувальним показником. КЛ із задовільною ізоляцією мають стабільні значення струму витоку: кабелі з паперовою ізоляцією на напругу до 10 кВ – 300 мкА, на напругу 20 кВ – 35 кВ – 800 мкА, за коефіцієнта асиметрії по фазах до 2,5.

Для коротких КЛ (довжиною до 100 м) напругою від 3 кВ до 10 кВ без з'єднувальних муфт допустимі струми витоку не повинні перевищувати 2 мкА – 3 мкА на 1 кВ випробної напруги. При цьому коефіцієнт асиметрії струмів витоку по фазах не повинен перевищувати 8 – 10 за умови, що абсолютні значення струмів не перевищують допустимих.

У разі випробувань КЛ змінною напругою наднизької частоти 0,1 Гц або напругою промислової частоти результати випробувань вважають задовільними, якщо під час прикладення напруги не відбувся пробій ізоляції кабелю.

1.8.212 Визначення активного опору жил кабелів

Виконують для КЛ напругою 35 кВ і вище. Значення активного опору жил кабелів постійному струму, приведене до 1 км довжини і температури 20 °С, повинне відповідати значенням, наведеним у табл. 1.8.40.

1.8.213 Вимірювання струморозподілу по одножильних кабелях

Нерівномірність розподілу струмів по жилах і екранах кабелів не повинна перевищувати 10 % (особливо, якщо це може призвести до перевантаження окремих фаз).

Таблиця 1.8.40 – Значення активного опору жил кабелів постійному струму

Матеріал	Значення опору, Ом/км, не більше, за номінального перерізу жили, мм ²													
	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	800	1000
Алюміній	0,868	0,641	0,443	0,320	0,253	0,206	0,164	0,125	0,100	0,0778	0,0605	0,0469	0,0367	0,0291
Мідь	0,524	0,387	0,268	0,193	0,153	0,124	0,0991	0,0754	0,0601	0,0470	0,0366	0,0283	0,0221	0,0176

1.8.214 Вимірювання блукаючих струмів у кабельних лініях

Під час приймання КЛ в експлуатацію перевіряють дію антикорозійних захистів для:

- кабелів з металевою оболонкою, прокладених у ґрунтах з середньою та низькою корозійною активністю (питомий опір ґрунту більший ніж $20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$), за середньодобової густини струму витоку в землю, більшої ніж $0,15 \text{ мА/дм}^2$;

- кабелів з металевою оболонкою, прокладених у ґрунтах з високою корозійною активністю (питомий опір ґрунту менший ніж $20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$), за будь-якої середньодобової густини струму витоку в землю;

- кабелів, що мають незахищену металеву оболонку;

- сталених трубопроводів кабелів високого тиску незалежно від агресивності навколишнього ґрунту та видів ізоляційних покриттів на ньому.

Вимірюють потенціали і струми на оболонках кабелів у контрольних точках, а також параметри електрозахисту.

1.8.215 Випробування пластмасової оболонки (шланга) кабелів підвищеною випрямленою напругою

Під час випробувань випрямлену напругу 5 кВ прикладають між металевою оболонкою (екраном) і землею протягом 1 хв , якщо інше не зазначено документацією підприємства-виробника кабелю.

1.8.216 Перевірка заземлювальних пристроїв

Перевірку заземлювальних пристроїв проводять згідно з **1.8.202, 1.8.203, 1.8.206.**

На кабельних лініях усіх напруг вимірюють опір заземлення кінцевих муфт, а на лініях напругою від 110 кВ до 500 кВ – опір заземлення металевих конструкцій кабельних колодязів і пунктів підживлення.

ПОВІТРЯНІ ЛІНІЇ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАВАННЯ НАПРУГОЮ, ВИЩОЮ НІЖ 1 кВ

1.8.217 Контроль опор та їх елементів

Під час контролю перевіряють:

- відхилення опор та їх елементів від проектних положень;
- заглиблення залізобетонних опор у ґрунт на відповідність проекту;
- розміри деталей дерев'яних опор та виконання їх з'єднань;
- стан захисного покриття;
- стан залізобетонних опор і приставок (наявність тріщин, оголення арматури, відшарування бетону, виникнення раковин, наскрізних отворів тощо);
- натягування тросових відтяжок.

Підконтрольні показники повинні відповідати вимогам СОУ-Н ЕЕ 20.502:2007 «Повітряні лінії електропередавання напругою 35 кВ і вище. Інструкція з експлуатації» та ГКД 34.20.503-97 «Методические указания по организации системы эксплуатационного обслуживания воздушных линий электропередачи напряжением 0,4 – 20 кВ, трансформаторных подстанций напряжением 6 – 20/0,4 кВ и распределительных пунктов напряжением 6 – 20 кВ».

1.8.218 Контроль проводів, грозозахисних тросів та їх з'єднань

Під час контролю перевіряють:

- з'єднувальні та натягувальні затискачі проводів і тросів;
- відсутність механічних пошкоджень, розрегулювання проводів розщепленої фази тощо;
- відстань від проводів до поверхні землі, будівель і споруд, елементів опор, грозозахисних тросів;
- стріли провисання проводів.

Стан підконтрольних елементів і параметрів має відповідати вимогам глави 2.5 цих Правил.

1.8.219 Перевірка з'єднань проводів електричним вимірюванням

Перевірку проводять згідно з 1.8.149.

1.8.220 Контроль лінійної арматури

Під час контролю перевіряють:

- відсутність пошкоджень, деформації;
- наявність шплінтів у з'єднувальній арматурі;
- правильність установлення гасників вібрації;
- наявність розпірок і відсутність пошкоджень проводів у місцях їх кріплення.

Стан лінійної арматури повинен відповідати вимогам проекту.

1.8.221 Контроль ізоляторів

Проводять зовнішнім оглядом.

Ізолятори з механічним пошкодженням скла, чавунних шапок бракують.

1.8.222 Перевірка заземлювальних пристроїв

Проводять згідно з 1.8.202, 1.8.203, 1.8.206.

**ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ СИСТЕМ ЗБУДЖЕННЯ
ГЕНЕРАТОРІВ****1.8.223 Контроль систем збудження**

Приводяться норми випробувань силового устаткування систем тиристорного самозбудження (СТС), у тому числі СТС реверсивні, систем незалежного тиристорного збудження (СТН), систем безщіткового діодного збудження (СБД), систем напівпровідникового високочастотного (ВЧ) збудження. Перевірку і контроль автоматичного регулятора збудження (АРЗ), пристроїв захисту, управління, автоматики, діагностики тощо виконують відповідно до вказівок підприємства-виробника на кожний тип системи збудження.

Перевірку і випробування електромашинних збудників слід виконувати згідно з 1.8.57 – 1.8.64.

1.8.224 Вимірювання опору ізоляції

Допустимі значення опорів ізоляції за температури навколишнього повітря від 10 °С до 30 °С наведено в табл. 1.8.41.

Таблиця 1.8.41 – Опір ізоляції і випробні напруги елементів систем збудження

Випробний об'єкт	Вимірювання опору ізоляції		Значення випробної напруги промислової частоти	Примітка
	Напруга мегаомметра, кВ	Мінімальне значення опору ізоляції, МОм		
1	2	3	4	5
1 Тиристорний перетворювач (ТП) в колі ротора головного генератора в системах СТН та СТС; струмовідні кола перетворювачів, пов'язані з тиристорами, захисні кола, вторинні обмотки вихідних трансформаторів системи керування тощо (вимкнені роз'єднувачі в СТС на вході та виході перетворювачів, первинні обмотки трансформаторів власних потреб; у системах з водяним охолодженням ТП вода під час випробувань відсутня)	2,5	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги ТП, але не менше ніж 0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмотки ротора генератора	Відносно корпусу і з'єднаних з ним вторинних клд ТП (первинних обмоток імпульсних трансформаторів системи управління тиристорів (СУТ), блок-контактів силових запобіжників, вторинних обмоток трансформаторів, дільників струму тощо), приєднаних до ТП силових елементів схеми (вторинних обмоток трансформаторів власних потреб в СТС, іншої сторони роз'єднувачів). Тиристори (аноди, катоди, управляючі електроди) під час випробувань треба закорочувати, а блоки СУТ виймати з роз'ємів

1	2	3	4	5
2 Тиристорний перетворювач в колі збудження збудника системи СБД: струмовідні частини, тиристори і пов'язані з ними кола. Тиристорний перетворювач в колі збудження допоміжного генератора (ДГ) системи СТН	1,0	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги ТП, але не менше ніж 0,8 від випробної напруги обмотки збудження генератора оберненого виконання або ДГ	Відносно корпусу і з'єднаних з ним вторинних кіл ТП, не пов'язаних з силовими колами (див. п. 1 цієї таблиці). Під час випробувань ТП від'єднаний на вході і виході від силової схеми; тиристори (аноди, катоди, управляючі електроди) треба закорочувати, а блоки СУТ виймати з роз'ємів
3 Випрямна установка (ВУ) в системі ВЧ збудження	1,0	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги ВУ, але не менше ніж 0,8 від випробної напруги обмотки ротора	Відносно корпусу. Під час випробувань ВУ від'єднано від джерела живлення і обмотки ротора, шини живлення і шини виходу (А, В, С, +, -) об'єднано
4 Допоміжний синхронний генератор у системах СТН: – обмотки статора;	2,5	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмотки статора ДГ, але не менше ніж 0,8 від випробної напруги обмотки ротора головного генератора	Відносно корпусу і між обмотками
– обмотки збудження	1,0	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмотки збудження генератора оберненого виконання або ДГ	Відносно корпусу

Продовження таблиці 1.8.41

1	2	3	4	5
5 Індукторний генератор в системі ВЧ збудження: – робочі обмотки (три фази) і обмотка послідовного збудження;	1,0	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмоток, але не менше ніж 0,8 від випробної напруги обмотки ротора генератора	Відносно корпусу і з'єднаних з ним обмоток незалежного збудження, між обмотками
– обмотки незалежного збудження	1,0	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмоток	Відносно корпусу і між обмотками незалежного збудження
6 Генератор оберненого виконання разом з перетворювачем, який обертається, у системі СБД: – обмотки якоря разом з перетворювачем, який обертається;	1,0	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмотки якоря	Відносно корпусу. Збудник від'єднано від ротора генератора; діоди, РС - кола або варистори зашунтовано (об'єднані шини +, -, шпильки змінного струму); піднято шітки на вимірювальних контактних кільцях
– обмотки збудження генератора оберненого виконання	0,5	5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмотки збудження, але не менше ніж 1,2 кВ	Відносно корпусу. Обмотки збудження від'єднано від схеми

1	2	3	4	5
7 Випрямний трансформатор (ВТ) в системах СТС. Випрямні трансформатори в системах збудження ДГ (СТН) і СБД: – первинна обмотка; – вторинна обмотка	2,5 1,0	5 5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмоток трансформатора вторинні обмотки для ДГ і СБД - не менше ніж 1,2 кВ	Відносно корпусу і між обмотками Відносно корпусу
8 Струмопроводи, які з'єднують джерела живлення (ДГ у системі СТН, ВТ у системі СТС), індукторний генератор у ВЧ системі з тиристорними або діодними перетворювачами, струмопроводи постійного струму: – без приєднаної апаратури; – з приєднаною апаратурою	2,5 2,5	10 5	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги струмопроводів 0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги обмотки ротора	Відносно землі і між фазами Відносно землі і між фазами

Кінець таблиці 1.8.41

1	2	3	4	5
9 Силкові елементи систем СТС, СТН, ВЧ (джерела живлення, перетворювачі тощо) із всією приєднаною апаратурою аж до вимикачів вводу збудження або до роз'єднувачів виходу перетворювачів (схеми систем збудження без резервних збудників): – системи без водяного охолодження перетворювачів і з водяним охолодженням при не заповненій водою системі охолодження; – при заповненій водою (з питомим опором не менше ніж 75 кОм·см) системі охолодження ТП	1,0	1	1,0 кВ	Відносно корпусу
	1,0	0,15	1,0 кВ	Блоки СУТ вийняті

1	2	3	4	5
10 Силкові кола збудження генератора без обмотки ротора (після вимикача вводу збудження або роз'єднувачів постійного струму): пристрій АГП, розрядник, силовий резистор, шинопроводи тощо. Кола, підключені до вимірювальних кілець у системі СБД (обмотку ротора відключено)	1,0	0,1	0,8 від установленної підприємством-виробником випробної напруги ротора	Відносно землі

1.8.225 Випробування підвищеною напругою промислової частоти

Значення випробної напруги приймають згідно з табл. 1.8.41. Тривалість прикладання випробної напруги становить 1 хв.

1.8.226 Вимірювання опору постійному струму обмоток трансформаторів і електричних машин в системах збудження

Вимірювання опору виконують за усталеної температури, близької до температури навколишнього середовища. Для порівняння з даними підприємства-виробника вимірний опір приводять до відповідної температури.

Значення опору обмоток електричних машин (допоміжний генератор у системі СТН, індукторний генератор у системі ВЧ збудження, синхронний генератор оберненого виконання в системі СБД) не повинне відрізнятися більше ніж на 2 % від даних підприємства-виробника; обмоток випрямних трансформаторів – більше ніж на 5 %. Значення опорів паралельних віток робочих обмоток індукторних генераторів не повинні відрізнятися один від одного більше ніж на 15 %.

1.8.227 Перевірка трансформаторів (випрямних, власних потреб, початкового збудження, вимірювальних трансформаторів напруги і струму)

Норми випробувань трансформаторів (випрямних, власних потреб, початкового збудження, вимірювальних трансформаторів напруги і струму) наведено у відповідних пунктах цієї глави.

1.8.228 Визначення характеристики допоміжного синхронного генератора промислової частоти в системах СТН

Допоміжний генератор перевіряють згідно з 1.8.35. Характеристику КЗ знімають до номінального струму, а характеристику НХ – до 1,3 номінальної напруги ДГ з перевіркою виткової ізоляції протягом 5 хв.

Характеристики не повинні відрізнятися від приведених у документації підприємства-виробника більше ніж на 5 %.

1.8.229 Визначення характеристики індукторного генератора разом з ВУ в системі ВЧ збудження

Під час знімання характеристик обмотки послідовного збудження повинні бути від'єднаними.

Характеристику НХ індукторного генератора спільно з ВУ ($U_{CT}, U_{BY} = f(I_{H3})$), де U_{CT} – напруга індукторного генератора, U_{BY} – напруга індукторного генератора разом з ВУ, I_{H3} – струм в обмотці незалежного збудження) знімають за номінальної частоти обертання збудника до значення U_{BY} , що відповідає подвоєному номінальному значенню напруги ротора. Характеристика не повинна відрізнятися від приведеної в документації підприємства-виробника більше ніж на 5 %.

За напруги збудника, яка відповідає номінальній напрузі ротора генератора, вимірюють зворотні напруги на діодах ВУ. Розкид напруг між послідовно з'єднаними діодами ВУ не повинен перевищувати 10 % від середнього значення напруги на діоді.

Знімають характеристику КЗ індукторного генератора разом з ВУ. Характеристика не повинна відрізнятися від приведеної в документації підприємства-виробника більше ніж на 5 %. За випрямленого струму, який відповідає номінальному струмові ротора, розкид струмів у паралельних вітках плеч ВУ не повинен перевищувати ± 20 % від середнього значення.

1.8.230 Перевірка елементів синхронного генератора оберненого виконання, перетворювача, який обертається, в системі СБД

Вимірюють опори постійному струму перехідних контактних з'єднань перетворювача, який обертається, опір струмопроводу, який складається з виводів обмоток і прохідних шпильок, які з'єднують обмотку якоря із запобіжниками, з'єднань діодів із запобіжниками, опір самих запобіжників перетворювача, який обертається.

Результати вимірювань порівнюють із нормами підприємства-виробника; відхилення не повинні перевищувати 10 %.

Перевіряють зусилля затягування діодів, запобіжників, РС-кіл, варисторів тощо відповідно до норм підприємства-виробника.

Вимірюють зворотні струми діодів перетворювача, який обертається, у повній схемі з РС-колами або варисторами за напруги, яка дорівнює тій, що повторюється для даного класу. Струми не повинні перевищувати значень, вказаних у інструкціях підприємства-виробника на системи збудження.

1.8.231 Перевірка тиристорних перетворювачів систем тиристорного та безщіткового збудження

Вимірювання опору ізоляції і випробування підвищеною напругою виконують відповідно до табл. 1.8.41.

Виконують гідравлічні випробування підвищеним тиском води ТП з водяною системою охолодження. Значення тиску і час його дії повинні відповідати нормам підприємства-виробника на кожен тип перетворювача. Виконують повторну перевірку ізоляції ТП після заповнення дистиллятом (див. табл. 1.8.41, п.9).

Перевіряють відсутність пробитих тиристорів, пошкоджених РС-кіл. Перевірку виконують за допомогою омметра.

Перевіряють цілісність паралельних віток плавкої вставки кожного силового запобіжника шляхом вимірювання опору постійному струму.

Виконують перевірку стану системи керування тиристорами, діапазону регулювання випрямленої напруги при дії на систему керування тиристорами.

1.8.232 Перевірка розрядника в колі ротора генератора

Напруга спрацювання розрядника багатократної чи однократної дії, встановленого для захисту ротора від перенапруг, має становити $(1,7 \pm 0,17)$ кВ ефективної напруги під час прикладання синусоїдальної напруги частотою 50 Гц, якщо інше не зазначено документацією виробника.

1.8.233 Перевірка АГП

Перевірку виконують згідно з інструкцією підприємства-виробника.

1.8.234 Перевірка комутаційної апаратури, силових резисторів, апаратури власних потреб систем збудження

Перевірку виконують згідно з інструкціями підприємств-виробників і вимогами 1.8.191 – 1.8.194.

1.8.235 Випробування систем збудження під час роботи генератора в режимі КЗ генератора (блока)

Під час роботи генератора в режимі КЗ при номінальному струмі статора перевіряють:

– розподіл струмів між паралельно увімкненими перетворювачами; відхилення від середнього значення повинне бути не більшим ніж $\pm 15 \%$;

– розподіл струмів між паралельними вітками окремого перетворювача; відхилення від середнього значення повинне бути не більшим ніж $\pm 20 \%$;

– гасіння поля за номінального струму статора генератора шляхом інвертування та шляхом вимкнення АГП;

– точність вимірювання струму ротора в системі СБД. Для цього перебудовують заводську характеристику КЗ генератора в характеристику КЗ блока генератор-трансформатор, вважаючи її за еталонну для перевірки давача струму ротора. По заміряних струмах статора і перебудованій характеристиці КЗ блока визначають правильність настроювання давача струму ротора. Відхилення заміряного за допомогою давача струму ротора не повинне перевищувати 10 % розрахункового значення струму ротора.

Знімають характеристики генератора оберненого виконання і випрямляча, який обертається.

1.8.236 Випробування систем збудження під час роботи генератора в режимі НХ

Під час роботи генератора в режимі НХ перевіряють:

– початкове збудження генератора до заданого значення напруги в автоматичному режимі регулювання в діапазоні від $0,8 U_{НОМ. ГЕН}$ до $1,1 U_{НОМ. ГЕН}$, де $U_{НОМ. ГЕН}$ – номінальна напруга генератора;

– початкове збудження генератора в режимі ручного регулювання напруги;

– діапазон регулювання напруги в автоматичному та ручному регулюванні напруги. В автоматичному регулюванні напруги діапазон регулювання напруги повинен становити від $0,8 U_{НОМ. ГЕН}$ до $1,1 U_{НОМ. ГЕН}$, а в ручному – від $0,2 U_{НОМ. ГЕН}$ до $1,1 U_{НОМ. ГЕН}$;

– плавність регулювання напруги збудження, уставка АРЗ по напрузі повинна змінюватися плавно або дискретно зі ступенями не більше ніж 0,2 % номінальної напруги, а швидкість зміни уставки повинна бути не більшою ніж 1 % і не меншою ніж 0,3 % номінальної напруги за 1 с;

– стійкість роботи системи регулювання в крайніх і номінальному положеннях уставки АРЗ за різних коефіцієнтів підсилення по каналах регулювання;

- процес гасіння поля шляхом інвертування, а також вимкненням АГП за номінальної напруги статора генератора;
- процес безударного переходу з одного каналу регулювання на інший за двоканальної системи регулювання;
- процес безударного переходу з автоматичного регулювання збудження на ручне і навпаки;
- процес переведення збудження з основного збудника на резервний та навпаки;
- обмеження струму ротора під час роботи генератора в режимі НХ (за наявності даної функції);
- обмеження максимальної напруги генератора в режимі НХ у разі зниження частоти (за наявності даної функції) або гасіння поля за зниженої частоти в режимі НХ;
- автоматичну підгонку напруги генератора до напруги мережі під час синхронізації генератора; точність підгонки не повинна перевищувати 2 %.

1.8.237 Випробування систем збудження під час роботи генератора в мережі

Під час роботи генератора в мережі виконують перевірку:

- підтримання діючого значення напруги відповідно до заданої уставки і статизму з точністю не більше ніж 1 %;
- характеристики давачів реактивного, активного та повного струму статора, струму ротора, а також напруги ротора під час навантаження генератора до номінального значення; відхилення показів не повинні перевищувати класу точності давачів;
- процесу безударного переходу з одного каналу регулювання на інший за двоканальної системи регулювання;
- процесу безударного переходу з автоматичного регулювання збудження на ручне і навпаки;
- процесу безударного переходу на ручний режим під час вимкнення кіл трансформаторів напруги генератора зі збереженням уставки з точністю, не більшою ніж 3 % (за наявності даної функції);
- процесу переходу на фіксовану уставку струму збудження; фіксоване значення струму збудження повинне бути близьким до номінального;
- стабільності підтримання струму збудження в режимі ручного регулювання та стабільності підтримання напруги

генератора, реактивної потужності чи коефіцієнта потужності $\cos\varphi$ – в автоматичному режимі з точністю, не більшою ніж 2 % (за наявності даних функцій);

- запізнення та номінальної швидкості наростання напруги збудження згідно з ДСТУ 4265:2003 «Системи збудження турбогенераторів, гідрогенераторів та синхронних компенсаторів. Загальні технічні умови»; час запізнення повинен становити не більше ніж 0,02с, номінальна швидкість наростання напруги збудження повинна бути не меншою ніж 2 відн.од/с;

- максимальної і максимальної усталеної напруги збудження згідно з ДСТУ 4265:2003 «Системи збудження турбогенераторів, гідрогенераторів та синхронних компенсаторів. Загальні технічні умови»; кратність форсування за напругою в усталеному режимі не повинна перевищувати 2, максимальне значення напруги в перехідному режимі не нормується;

- швидкодії системи збудження під час форсування та часу розфорсування, згідно з ДСТУ 4265:2003 «Системи збудження турбогенераторів, гідрогенераторів та синхронних компенсаторів. Загальні технічні умови»; значення швидкодії не повинне перевищувати 0,06 с, а повний час розфорсування не повинен перевищувати 0,15 с;

- характеристики обмеження мінімального струму збудження; характеристика повинна відповідати вимогам підприємства-виробника та вимогам нормативних документів;

- роботи пристроїв захисту від перевантажень ротора генератора; допустимі перевантаження не повинні перевищувати заданих підприємством-виробником;

- стійкості регулювання в нормальних режимах, а також у режимах обмеження максимального та мінімального струму збудження;

- стійкості регулювання під час роботи реверсивної СТС в асинхронізованому режимі та з однією обмоткою ротора;

- роботи системи збудження під час виходу з ладу окремих елементів (тиристорів, запобіжників тощо), здійснення розвантаження генератора по реактивній потужності до заданого значення;

– розподілу струмів між паралельно увімкненими перетворювачами за номінального навантаження з номінальним струмом ротора; відхилення від середнього значення має бути не більшим ніж $\pm 15 \%$;

– розподілу струмів між паралельними вітками окремого перетворювача за номінального навантаження з номінальним струмом ротора; відхилення від середнього значення має бути не більшим ніж $\pm 20 \%$;

– розподілу напруг між послідовно увімкненими тиристорами за номінального навантаження з номінальним струмом ротора; відхилення від середнього значення має бути не більшим ніж $\pm 20 \%$;

– безударного перемикання в процесі роботи режимів регулювання (ручний режим, регулювання напруги, $\cos\phi$, реактивної потужності) із збереженням уставки.

1.8.238 Вимірювання температури силових резисторів, тиристорів, діодів, запобіжників, шин та інших елементів перетворювачів і шаф, в яких вони розташовані

Вимірювання виконують за номінального навантаження. Під час перевірки рекомендовано застосовувати тепловізори (дозволено використовувати пірометри).

Температури контактних з'єднань, силових тиристорів, діодів, запобіжників та інших елементів перетворювачів не повинні перевищувати значень, вказаних в інструкціях підприємств-виробників. Різниця температур нагрівання тиристорів і діодів не повинна бути більшою ніж $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Додаток А
(обов'язковий)

**ВКАЗІВКИ З УВІМКНЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН
ЗМІННОГО СТРУМУ БЕЗ СУШІННЯ**

А.1 Загальні положення

А.1.1 Ці вказівки поширюються на нові електричні машини змінного струму, які вводять у експлуатацію на електростанціях і в електромережах.

А.1.2 Питання про допустимість увімкнення електричних машин без сушіння вирішують на підставі розгляду результатів вимірювань, передбачених цими вказівками.

Якщо результати вимірювань свідчать про недопустимість увімкнення машин без сушіння, то машину слід просушити або розташувати на деякий час у сухому приміщенні, після чого вимірювання повторити.

А.1.3 Вимоги цих вказівок необхідно враховувати під час замовлення та приймання електричних машин.

А.2 Умови увімкнення електричних машин без сушіння

А.2.1 Генератори з газовим (повітряним або водневим) охолодженням обмотки статора вмикають без сушіння у разі дотримання таких умов:

а) абсолютні значення опору ізоляції R_{60}'' , виміряні за температури ізоляції не нижчої ніж $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, мають бути не меншими від значень, зазначених у **А.3.1** для даної температури;

б) значення коефіцієнта абсорбції R_{60}'' / R_{15}'' за температури ізоляції від $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ має бути не нижчим ніж 1,3;

в) значення коефіцієнта нелінійності K_U , яке визначають залежністю струмів витоку від випробної напруги, має бути не більшим ніж 3.

Примітка. Турбогенератори типу ТГВ-300 дозволено вмикати без сушіння за коефіцієнта нелінійності, більшого ніж 3, якщо виконано умови, зазначені в переліках а) і б).

А.2.2 Генератори з водяним охолодженням обмотки статора вмикають без сушіння у разі дотримання таких умов:

– якщо конструкція генератора дає можливість вимірювати струми витоку кожної фази або вітки окремо за решти фаз або

віток, з'єднаних з корпусом, то машини вмикають без сушіння у разі дотримання усіх умов за **A.2.1**;

– якщо конструкція генератора не дає можливості вимірювати струми витоку або не допускає можливості вимірювати їх окремо для кожної фази або вітки за решти фаз або віток, з'єднаних з корпусом, то машини вмикають без сушіння в разі дотримання умов згідно з **A.2.1**, (підпункти а) і б).

Примітка. Якщо конструкція генератора дає можливість вимірювати струм витоку фази або вітки обмотки статора лише за умови відсутності заземлення решти фаз або віток цієї обмотки, то результати вимірювань струмів витоку використовують для виявлення місцевих дефектів ізоляції або зволоження її, а також як початкові дані під час експлуатації генератора надалі. У цьому випадку за коефіцієнтом нелінійності складно оцінити загальне зволоження ізоляції обмотки, тому він не нормується.

A.2.3 Генератори з термореактивною ізоляцією статора вмикають без сушіння незалежно від результатів визначення коефіцієнта абсорбції і коефіцієнта нелінійності, якщо R_{60}'' (у мегаомах) за температури ізоляції від 10 °C до 30 °C перевищує значення номінальної напруги в кіловольтах не менше ніж у 10 разів.

A.2.4 Генератори з масляним охолодженням обмотки статора, які мають паперово-масляну ізоляцію, вмикають без сушіння за умов, зазначених у інструкції підприємства-виробника.

A.2.5 Електродвигуни потужністю, вищою ніж 5000 кВт, вмикають без сушіння за умов, зазначених для генераторів у **A.2.1** і **A.2.2**.

A.2.6 Електродвигуни з термореактивною ізоляцією статора вмикають без сушіння за умов, зазначених для генераторів у **A.2.3**.

A.2.7 Електродвигуни потужністю до 5000 кВт на напругу, вищу ніж 1000 В, вмикають без сушіння за дотримання таких умов:

– абсолютні значення опору ізоляції R_{60}'' , виміряні за температури ізоляції, не нижчої ніж 10°C, мають бути не меншими від значень, зазначених у **A.3.2** для даної температури;

– значення коефіцієнта абсорбції R_{60}'' / R_{15}'' за температури ізоляції від 10 °C до 30 °C має бути не нижчим ніж 1,2.

Примітка. Вимірювати струми витоку і визначати коефіцієнт нелінійності для електродвигунів потужністю до 5000 кВт не обов'язково.

А.2.8 Електродвигуни на напругу, нижчу ніж 1000 В, вмикають без сушіння, якщо опір ізоляції обмоток, виміряний за температури ізоляції від 10 °С до 30 °С, є не меншим ніж 0,5 МОм.

А.2.9 Ротори електричних машин, охолоджувані газом (повітрям або воднем), не підлягають сушінню, якщо опір ізоляції обмоток за температури від 10 °С до 30 °С має таке значення: для генераторів – не менше ніж 0,5 МОм; для електродвигунів – не менше ніж 0,2 МОм.

Дозволено вводити в експлуатацію синхронні машини потужністю, не більшою ніж 300 МВт, з неявнополюсними роторами, які охолоджуються газом і мають опір ізоляції, не нижчий ніж 20 кОм, за температури 20 °С. У разі більшої потужності вводити машини в експлуатацію з опором ізоляції обмотки ротора, нижчим ніж 0,5 МОм, за температури від 10 °С до 30 °С дозволено лише за погодженням з підприємством-виробником.

Ротори електричних машин, які охолоджуються водою, вмикають без сушіння з дотриманням умов, зазначених в інструкції підприємства-виробника.

А.3 Найменше допустиме значення опору ізоляції обмоток статора електричних машин

А.3.1 Найменше значення опору ізоляції R_{60}'' , МОм, для обмоток генератора та електродвигунів потужністю, вищою ніж 5000 кВт, за температури ізоляції 75 °С визначають за формулою:

$$R_{60}'' = \frac{U_{НОМ}}{1000 + 0,01S_{НОМ}} \quad (A.1)$$

де $U_{НОМ}$ – номінальна лінійна напруга, В;
 $S_{НОМ}$ – номінальна потужність, кВт·А.

Якщо опір ізоляції, вирахований за цією формулою, є нижчим ніж 0,5 МОм, то найменше допустиме значення дорівнює 0,5 МОм.

Для температур ізоляції, нижчих ніж 75 °С (але не нижчих ніж 10 °С), найменше значення опору ізоляції обмоток машин визначають множенням значень, отриманих із вищезазначеної формули, на температурний коефіцієнт K_T , значення якого наведено в табл. А.1.

Таблиця А.1 – Значення температурного коефіцієнта

Назва показника	Значення							
Температура обмотки, °C	75	70	60	50	40	30	20	10
K_T	1,0	1,2	1,7	2,4	3,4	4,7	6,7	9,4

А.3.2 Найменші значення опору ізоляції обмоток електродвигунів потужністю до 5000 кВт наведено в табл. А.2.

Таблиця А.2 – Найменші значення опору ізоляції обмоток електродвигунів потужністю до 5000 кВт

Температура обмотки, °C	Опір ізоляції R_{60}'' , МОм, за номінальної напруги обмотки, кВ		
	3 – 3,15	6 – 6,3	10 – 10,5
10	30	60	100
20	20	40	70
30	15	30	50
40	10	20	35
50	7	15	25
60	5	10	17
75	3	6	10

А.4 Вимірювання струмів витоку

А.4.1 Щоб уникнути місцевих перегрівань ізоляції струмами витоку, витримувати напругу на черговому ступені дозволено лише в тому разі, коли значення струму витоку на даному ступені напруги не перевищує значень, указаних у табл. А.3. Якщо струм витоку досяг зазначених значень або якщо під час витримки під напругою струм витоку збільшується, то випробування слід припинити і спробувати виявити і усунути причину підвищення струму витоку. Якщо огляд та позбавлення місцевих дефектів ізоляції або підсушування (лампами або повітродувками) поверхневих зволожений лобових частин не дають змоги усунути причину підвищеного струму витоку, то повторні випробування можна виконувати лише після прийняття радикальних засобів (сушіння або тривалої витримки машини в сухому приміщенні) з усунення можливого зволоження ізоляції.

Таблиця А.3 – Значення струму витоку, за яких не дозволено подальше проведення випробувань

Назва показника	Значення					
Кратність випробної напруги відносно $U_{НОМ}$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Струм витоку, мкА	250	500	1000	2000	3000	3500

А.4.2 За вимірними значеннями струмів витоку визначають коефіцієнт нелінійності K_U :

$$K_U = \frac{I_{НАЙБ} \cdot U_{НАЙМ}}{I_{НАЙМ} \cdot U_{НАЙБ}}, \quad (A.2)$$

де $I_{НАЙБ}$, $I_{НАЙМ}$ – струми витоку, мкА, за напруг відповідно $U_{НАЙБ}$, $U_{НАЙМ}$;

$U_{НАЙБ}$ – повна випробна напруга (напруга останнього ступеня), кВ;

$U_{НАЙМ}$ – напруга першого ступеня, кВ.

Значення $U_{НАЙБ}$ вибирають згідно з **1.8.30**.

Значення $U_{НАЙМ}$ вибирають так, щоб у межах від 0 до $U_{НАЙБ}$ було 5-6 однакових ступенів напруги; при цьому потрібно, щоб $U_{НАЙМ}$ по можливості наближалася до $0,5 U_{НОМ}$. Для округлення значень ступенів напруги дозволено деяке коригування (у межах десятих часток кіловольта) усіх напруг із урахуванням $U_{НАЙБ}$.

Випробування ізоляції повною випробною напругою $U_{НАЙБ}$ протягом 60 с під час визначення струму витоку останнього ступеня вважають одночасно і випробуванням електричної міцності ізоляції випрямленою напругою.

А.4.3 Струми витоку в турбогенераторах з водяним охолодженням обмотки статора вимірюють лише за умови, якщо конструкція генератора (зокрема конструкція ізоляції елементів системи охолодження) дає можливість виконувати такі вимірювання.

Вимірюють струми витоку усіх фаз одночасно з приєднанням кожної з них до випробувального пристрою через вимірювальний прилад, а водозбірні колектори з'єднують з екраном випробувального пристрою.

Дозволено вимірювати сумарний струм витоку всіх фаз, з'єднаних разом, з приєднаними до них водозбірними колекторами. Значення струму витоку не повинне перевищувати значень, наведених у табл. А.3.