



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА

ЦИРКУЛЯРНОЕ ПИСЬМО

№ 315-22-1900ц

от 20.02.2023

Касательно:

изменений к Правилам технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов, 2023, НД 2-020101-175 в отношении требований к испытаниям электрического оборудования на напряжение 15 — 220 кВ

Объект(ы) наблюдения:

Электрическое оборудование на напряжение 15 — 220 кВ

Дата вступления в силу:¹

01.03.2023

Отменяет/изменяет/дополняет циркулярное письмо №

от

Количество страниц: 1+56

Приложения:

Приложение 1: информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом

Приложение 2: текст изменений к разделу 10, части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий»

И.о. генерального директора

С.А. Куликов

Текст ЦП:

Настоящим информируем, что в Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов вносятся изменения, приведенные в приложениях к настоящему циркулярному письму.

Необходимо выполнить следующее:

1. Довести содержание настоящего циркулярного письма до сведения инспекторского состава подразделений РС, заинтересованных организаций и лиц в регионе деятельности подразделений РС.
2. Применять положения настоящего циркулярного письма при рассмотрении и одобрении технической документации на суда, контракт на постройку или переоборудование которых заключен 01.03.2023 или после этой даты, при отсутствии контракта на постройку — в соответствии с 5.10 части II «Техническая документация» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов, начиная с 01.03.2023.

Перечень измененных и/или дополненных пунктов/глав/разделов:

пункты 10.1.2, 10.4.4, 10.4.6.2.1—10.4.6.2.3, 10.4.6.6.1, 10.4.6.10, 10.5.1.1, 10.7.2.6, 10.7.5.9 и 10.7.18—10.7.27; таблицы 10.8.4-1 и 10.8.4-2

Исполнитель: А.Ю. Бессонов

315

+7(812) 605-05-17

Система «Тезис» № 22-222628

¹ Служебные отметки для ГУР (ненужное зачеркнуть): ~~связано~~ / не связано с вступлением в силу обязательных международных / национальных требований / ~~требуется~~ срочное внедрение / ~~требуется~~ отложенное внедрение.

**Информация об изменениях, внесенных циркулярным письмом
(для включения в Перечень изменений к соответствующему Изданию РС)**

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям ¹	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
1	Пункт 10.1.2	* Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
2	Пункт 10.4.4	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
3	Пункт 10.4.6.2.1	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
4	Пункт 10.4.6.2.2	Введен новый пункт 10.4.6.2.2 с требованиями к испытаниям на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток трансформаторов на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
5	Пункт 10.4.6.2.3	Введен новый пункт 10.4.6.2.3. Нумерация пункта 10.4.6.2.2 и ссылки на него изменены на 10.4.6.2.3	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
6	Пункт 10.4.6.6.1	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ с учетом требований стандартов МЭК 60502- 2:2014 и МЭК 60840:2017	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023

¹ Символом «*» помечаются изменения существенного характера, требующие учета в Дайджесте основных изменений к Правилам РС.

№	Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям ¹	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
7	Пункт 10.4.6.10	Введен новый пункт 10.4.6.10 с требованиями к испытаниям высоковольтного оборудования, рассчитанном на напряжение свыше 15 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
8	Пункт 10.5.1.1	Внесены требования к испытаниям оборудования и кабелей, рассчитанном на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
9	Пункт 10.7.2.6	Введены пункты 10.7.2.6—10.7.2.6.18.2, содержащие требования к испытаниям трансформаторов силовых напряжением 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
10	Пункт 10.7.5.9	Введен новый пункт 10.7.5.9 ₁ содержащие требования к испытаниям комплектных распределительных устройств (КРУ) внутренней установки, высоковольтных отсеков трансформаторных подстанций (ТП) напряжением 15—35 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
11	Пункты 10.7.18—10.7.27	Введены новые пункты 10.7.18—10.7.27 ₁ содержащие требования к испытаниям комплектных распределительных устройств в металлической оболочке с элегазовой изоляцией (КРУЭ)	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
12	Таблица 10.8.4-1	Внесены требования к токоограничивающим и шунтирующим реакторам	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023
13	Таблица 10.8.4-2	Внесены требования к оборудованию, применяемому в системах, рассчитанных на напряжение 15—220 кВ	315-22-1900ц от 20.02.2023	01.03.2023

ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОСТРОЙКОЙ СУДОВ И ИЗГОТОВЛЕНИЕМ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ СУДОВ, 2023,

НД № 2-020101-175

ЧАСТЬ IV. ТЕХНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ ЗА ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ

10 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

1 Пункт 10.1.2 заменяется следующим текстом:

«10.1.2 Раздел содержит основные положения по освидетельствованию и испытаниям на предприятиях (изготовителях) головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве.

Технические указания и нормы испытаний, указанные в 10.3 – 10.7, относятся в равной мере к головным образцам изделий и к изделиям при установившемся производстве.

В 10.8 даны указания, относящиеся к объему проверок и испытаний при освидетельствовании изделий при установившемся производстве.

Общие и специальные виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве приведены в табл. 10.1.2-1 и 10.1.2-2.

Общие и специальные виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве для оборудования и кабелей, рассчитанным на напряжение 15—220 кВ приведены в табл. 10.1.2-3 и 10.1.2-4.

Таблица 10.1.2-1

**Общие виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий
при установившемся производстве электрического оборудования**

п/п	Изделия	Осмотр и проверки		Измерение сопротивления изоляции		Проверка работоспособности		Испытания электрической прочности изоляции		Испытания на соответствие эксплуатационным условиям (механические и климатические)		Испытания защитного исполнения оболочек		Испытания на нагревание		Испытания на перегрузку по току		Проверка уровня радиопомех		Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС)	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С
1	Электрические машины ¹	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+			
2	Трансформаторы ²	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+				
3	Статические преобразователи	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	
4	Аккумуляторы	+	+	+	+			+	+	+		+									
5	Распределительные устройства	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+ ³		+	
6	Электрические аппараты (коммутационные, защиты и др.)	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+		+	
7	Конденсаторы и конденсаторные установки для повышения коэффициента мощности	+	+	+	+			+	+	+		+									
8	Шинопроводы	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+					
9	Электроизмерительные приборы	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+		+	
10	Электрические приводы (в комплексе)	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+						+		+	
11	Электрооборудование ДВС со стартерным пуском	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+				+		+	
12	Светильники, прожекторы и пускорегулирующая аппаратура газоразрядных ламп	+	+	+ ⁴	+	+	+	+ ⁴	+	+		+	+	+ ⁴				+ ⁵		+	
13	Приборы контроля и управления судном, связи и сигнализации	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+				+ ⁶		+	
14	Кабельные изделия	+	+	+	+	—	—	+	+	+		+		+							
15	Нагревательные и отопительные приборы	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+									
16	Устройства и изделия для прокладки, соединений, подключений кабелей и проводов	+	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)				(+)							

Г – головной образец;
С – серийный образец;
+ Испытания проводятся;
(+) Необходимость проведения испытаний и объем испытаний определяется в зависимости от вида изделия;
– Испытания не проводятся.

¹ Для электрических двигателей мощностью более 2 кВт.

² Только для силовых трансформаторов.

³ Для коммутаторов сигнально-отличительных фонарей.

⁴ Кроме светильников аккумуляторных, переносных, взрывозащищенных.

⁵ Кроме светильников с лампами накаливания и без пускорегулирующих устройств.

⁶ Для машинных телеграфов, датчиков указателей положения пера руля и лопастей телефонных коммутаторов и аппаратов световых сигнальных и звуковых приборов, замыкателей.

Таблица 10.1.2-2

Специальные виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве электрического оборудования

[illegible]

[illegible]

Условные обозначения – см. табл. 10.1.2-1.

- ¹ Только для электрических двигателей переменного и постоянного тока.
- ² Для гребных электрических двигателей, двигателей, предназначенных для якорных и швартовых механизмов, и двигателей непосредственного привода рулевых устройств.
- ³ Только для генераторов постоянного и переменного тока.
- ⁴ Для генераторов и двигателей постоянного тока, электромашинных усилителей, электродвигателей с фазным ротором и других коллекторных машин.
- ⁵ Для силовых трансформаторов.
- ⁶ Для силовых трансформаторов с жидким диэлектриком.
- ⁷ Испытания на термостойкость мастики кислотных батарей.
- ⁸ Проверяется герметичность моноблоков кислотных батарей.
- ⁹ Подвергаются автоматические выключатели, переключатели, выключатели, разъединители, контакторы, реле тока и другие реле, включенные последовательно в силовой цепи.
- ¹⁰ Для автоматических выключателей, пускателей, контроллеров, электромагнитных тормозов, электрогидравлических толкателей.
- ¹¹ Для автоматических выключателей, переключателей, выключателей, разъединителей, пускателей, контроллеров реостатов возбуждения.
- ¹² Для изоляторов, шинопроводов и других изоляторов.
- ¹³ Для рулевых механизмов и механизмов водонепроницаемых дверей.
- ¹⁴ Для якорных и швартовых механизмов и рулевых механизмов с непосредственным приводом.
- ¹⁵ Для электроприводов шлюпочных лебедок, подъемных механизмов, водонепроницаемых дверей.
- ¹⁶ Для светильников с газоразрядными лампами.
- ¹⁷ Подогреватели топлива и масла, если подпадают под действие 1.3.2.1 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.
- ¹⁸ Периодически выборочно по согласованию с Регистром.

Таблица 10.1.2-3

**Общие виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий
при установившемся производстве электрического оборудования 15– 220 кВ**

№ п/п	Изделия	Осмотр и проверки		Измерение сопротивления изоляции		Проверка работоспособности		Испытания электрической прочности изоляции		Испытания на соответствие эксплуатационным условиям (механические и климатические)		Испытания защитного исполнения оболочек		Испытания на нагревание		Испытания на перегрузку по току		Проверка уровня радиопомех		Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС)	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С
1	Трансформаторы ¹	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+			

№ п/п	Изделия	Осмотр и проверки		Измерение сопротивления изоляции		Проверка работоспособности		Испытания электрической прочности изоляции		Испытания на соответствие эксплуатационным условиям (механические и климатические)		Испытания защитного исполнения оболочек		Испытания на нагревание		Испытания на перегрузку по току		Проверка уровня радиопомех		Испытания на устойчивость к электромагнитным помехам (ЭМС)	
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С
2	Комплектные распределительные устройства 15—35 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+				+		+	
3	Комплектные распределительные устройства элегазовые 35—220 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+		+		+	
4	Токопровод экранированный 15—35 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+					
5	Токопровод элегазовый 110—220 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+					
6	Токопровод с литой (твердой) изоляцией 15-35 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+							
7	Сборные шины, жесткая ошиновка (в т.ч. изоляторы в составе оборудования)	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+								
8	Сухие токоограничивающие реакторы	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	+				
9	Вентильные разрядники, ограничители перенапряжений	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+								
10	Вводы, проходные изоляторы 110-220 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+								
11	Предохранители, предохранители-разъединители 15 — 35 кВ	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+								
12	Кабельные изделия	+	+	+	+	-	-	+	+	+		+			+						
13	Устройства и изделия для прокладки, соединений, подключений кабелей и проводов	+	+	(+)	(+)	+	+	+	+	+					(+)						

Условные обозначения:
Г – головной образец;
С – серийный образец;
+ Испытания проводятся;
(+) Необходимость проведения испытаний и объем испытаний определяется в зависимости от вида изделия;
– Испытания не проводятся.

¹Только для силовых трансформаторов.

Таблица 10.1.2-4

Специальные виды испытаний и проверок головных образцов изделий и изделий при установившемся производстве электрического оборудования 15—220 кВ

№ п/п	Изделия	Испытания на стойкость к короткому замыканию		Проверка величины изменения вторичного напряжения		Испытания на предельную коммутационную устойчивость		Проверка величин срабатывания и возврата		Проверка действия блокировок с ручным приводом		Проверка ручного привода и указателя коммутационных положений		Испытания на термостойкость		Испытания на пробой изоляции		Испытания на плотность и герметичность баков, банок, моноблоков и др. изделий		Измерение тангенса угла потерь		Проверка систем защиты и сигнализации		Испытания изоляции кабелей повышенным выпрямленным напряжением		Проверка уровня частичных разрядов		
		Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	Г	С	
1	Трансформаторы ¹	+		+														+	+	+	+					+	+	
2	Комплектные распределительные устройства 15-35 кВ	+				+	2		+	2		+	2	+	2	+		+					+	+				
3	Комплектные распределительные устройства элегазовые 35-220 кВ	+				+	2		+	2		+	2	+	2	+		+	+				+	+			+	+
4	Токопровод экранированный 15-35 кВ	+												+		+										+		
5	Токопровод элегазовый 110-220 кВ	+												+		+		+	+				+			+		
6	Токопровод с литой (твердой) изоляцией 15-35 кВ	+												+		+										+		
7	Сборные шины, жесткая ошиновка (в т.ч. изоляторы в составе оборудования)	+																										
8	Сухие токоограничивающие реакторы	+												+								+						
9	Вентильные разрядники, ограничители перенапряжений	+																										
10	Вводы, проходные изоляторы 35-220 кВ																			+	4					+	+	
11	Предохранители, предохранители-разъединители 15-35 кВ					+																						
12	Кабельные изделия															+				+	+			+	+			

Условные обозначения:

Г – головной образец;

С – серийный образец;

+ Испытания проводятся;

(+) Необходимость проведения испытаний и объем испытаний определяется в зависимости от вида изделия;

– Испытания не проводятся.

¹ Только для силовых трансформаторов.

² Подвергаются выключатели, переключатели, разъединители, непосредственно входящие в состав КРУ и/или КРУЭ.

³ Для силовых трансформаторов с жидким диэлектриком.

⁴ Для масляных вводов и проходных изоляторов.

⁵ Для силовых трансформаторов класса напряжения 110-220 кВ.

2 **Пункт 10.4.4** заменяется следующим текстом:

«10.4.4 Испытание электрической прочности изоляции.

10.4.4.1 Электрическая прочность изоляции изделий, за исключением отдельных видов, указанных в 10.4.6, где время, напряжение и частота оговорены особо, должны испытываться в течении 1 мин приложением переменного напряжения практически синусоидальной формы с частотой 50 Гц при нормальных климатических условиях согласно следующему:

Напряжение, В

В Номинальное U_n	Испытательное
До 65	$2U_n + 500$
66 – 250	1500
251 – 500	2000
501 – 1000	$2U_n + 1000$
1001 – 3600	10000
3601 – 7200	20000
7201 – 11000	28000
11001 – 15000	45000
15001 – 20000	55000
20001 – 24000	65000
24001 – 27000	70000
27001 – 35000	85000
35001 – 110000	200000
110001 – 150000	230000
150001–220000.....	325000

Примечания: 1. Полупроводниковые элементы электрических устройств, которые могут быть повреждены при испытаниях, могут быть отключены на время проведения испытаний. При невозможности отключения указанных элементов, величина испытательного напряжения определяется изготовителем с учетом технических характеристик таких элементов.

2. Погрешность при измерении испытательного напряжения – не более $\pm 1,5 \%$.

3 **Пункт 10.4.6.2.1** заменяется следующим текстом:

«10.4.6.2.1 При испытании на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток трансформаторов на напряжение до 1000 В обмотки должны выдерживать испытательное напряжение, действующие значения которого указаны в табл. 10.4.6.2.1- 1.

Таблица 10.4.6.2.1-1

Трансформаторы	Номинальное напряжение обмоток, В	Испытательное напряжение, кВ
Силовые:		
трехфазные до 6,3 кВА	До 50	1,0
однофазные до 4,0 кВА	51 – 250	1,5
	251 – 400	2,0
	401 – 660	2,5
	661 – 1000	3,0
трехфазные более 6,3 кВА	127 – 1000	3,0
однофазные более 4,0 кВА	127 – 1000	3,0

При испытании на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток трансформаторов на напряжение 15—220 кВ обмотки должны выдерживать испытательные напряжения полного и срезанного грозового импульса, действующие значения которых указаны в табл. 10.4.6.2.1-2.

Испытательные напряжения полного и срезанного грозовых импульсов должны представлять собой, соответственно, стандартные полный и срезанный грозовые импульсы напряжения.

Полный грозовой импульс напряжения (полный грозовой импульс) – импульс, характеризуемый повышением значения напряжения до максимального за время от долей микросекунды до 20 мкс и последующим менее быстрым снижением значения напряжения до нуля.

Срезанный импульс напряжения (срезанный импульс) – импульс, у которого скорость снижения напряжения существенно больше скорости изменения напряжения в момент времени, непосредственно предшествующий моменту среза.

Таблица 10.4.6.2.1-2

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции			
		грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное	
		полного	срезанного	в сухом состоянии	под дождем
		Трансформаторы силовые, шунтирующие ректоры относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Трансформаторы силовые, шунтирующие ректоры относительно земли и между фазами (полюсами) ²	10.Трансформаторы силовые, шунтирующие ректоры относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Трансформаторы силовые, шунтирующие ректоры относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5	6
15-19	а	95	115	38	-
	б			45	
20-23	а	125	150	50	-
	б			55	
24-26	а	150	175	60	-
	б			65	
27-34	а	170	200	65	-
	б			70	
35-109	а	190	220	80	-
	б			85	
110-149	-	480	550	200	-
150-219	-	550	600	230/275 ³	-
220	-	750	835	325/395 ³	-

¹Уровень изоляции:
а - для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов по 4.10, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции б - для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов.
²Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.
³В знаменателе указаны значения для испытания в сухом состоянии трансформаторов и шунтирующих реакторов между фазами, в числителе – относительно земли.

Нормированные испытательные напряжения изоляции нейтрали обмотки высокого напряжения (ВН) силовых трансформаторов классов напряжения 110, 150 и 220 кВ с неполной изоляцией нейтрали, допускающей работу с разземлением нейтрали приведены в табл. 10.4.6.2.1-3.

Таблица 10.4.6.2.1-3

Класс напряжения трансформатора, кВ	Кратковременные испытательные напряжения промышленной частоты; действующее значение, кВ				Испытательное напряжение полного грозового импульса внутренней и внешней изоляции нейтрали и ввода нейтрали; максимальное значение, кВ
	Одноминутное напряжение внутренней изоляции		Напряжение (при плавном подъеме) внешней изоляции		
	нейтрали	ввода нейтрали, испытуемого отдельно	в сухом состоянии	под дождем	
			нейтрали и ввода нейтрали	ввода нейтрали категории размещения 1	
1	2	3	4	5	6
110-149	100	130	135	110	200
150-219	130	180	195	155	275
220	200	265	280	215	400

При испытании должны применяться: для внутренней изоляции силовых трансформаторов, реакторов - импульсы отрицательной полярности; для внешней изоляции силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов - импульсы положительной полярности; для внешней изоляции между фазами силовых трансформаторов - импульсы противоположных полярностей со значениями на каждой из двух испытываемых фаз, равными половине нормированного испытательного напряжения; третья фаза должна быть заземлена.

Методы испытаний изоляции грозовыми импульсами и критерии выдерживания испытания должны соответствовать стандартам на отдельные виды электрооборудования и соответствовать стандарту МЭК 60060-1:2010.

Должны применяться следующие методы испытаний:

для внутренней изоляции электрооборудования (кроме газонаполненного) - трехударный метод;

для внешней изоляции электрооборудования и внутренней изоляции газонаполненного электрооборудования - 15-ударный метод.

При испытании (трехударный или 15-ударный метод) должно быть приложено нормированное число импульсов испытательного напряжения каждой полярности (положительной и отрицательной) или только одной полярности в соответствии с указаниями нормативной документации на требования к электрической прочности изоляции (по стандарту МЭК 60060-1:2010).

Для внешней изоляции силовых трансформаторов допускается применять вместо 15-ударного метода метод пятидесятипроцентного разрядного напряжения, при этом выдерживаемое с вероятностью 90 % напряжение должно быть не меньше соответствующего испытательного напряжения.

Испытание внутренней и внешней изоляции силовых трансформаторов, реакторов напряжениями грозовых импульсов допускается проводить одновременно; при этом должны быть удовлетворены требования, предъявляемые как к внутренней, так и к внешней изоляции в отношении полярности, числа импульсов и их максимального значения, которое должно быть принято наибольшим из двух значений, нормированных для внутренней и внешней изоляции с учетом для последнего поправки на атмосферные условия при испытании.

4 Вводится **новый пункт 10.4.6.2.2** следующего содержания:

«**10.4.6.2.2** При испытании на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток трансформаторов на напряжение 15 — 220 кВ обмотки должны выдерживать испытательные кратковременные переменные напряжения промышленной частоты. Действующие значения нормированных испытательных напряжений для воздушных промежутков электрооборудования классов напряжения от 15 до 220 кВ указаны в табл. 10.4.6.2.2.

Апериодический импульс напряжения (апериодический импульс) — импульс, форма которого может быть описана суммой двух экспоненциальных функций.

Испытательное кратковременное переменное напряжение промышленной частоты — синусоидальное напряжение частоты 50 Гц или (при испытании силовых трансформаторов и реакторов напряжением, индуцированным в испытуемом трансформаторе или реакторе) повышенной частоты, но не более 400 Гц.

Испытательное переменное одноминутное напряжение (одноминутное напряжение) — испытательное переменное напряжение, прикладываемое к изоляции с выдержкой в течение 1 мин или в определенных случаях другого времени, но не более 5 мин.

Коммутационный импульс напряжения (коммутационный импульс) — импульс, характеризующийся подъемом значения напряжения до максимального за время от 20 мкс до нескольких тысяч микросекунд и последующим снижением значения напряжения.

Переменное напряжение при плавном подъеме — переменное напряжение, прикладываемое подъемом с заданной скоростью от нуля до перекрытия или до определенного значения с последующим быстрым снижением его до нуля без выдержки.

Таблица 10.4.6.2.2

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение	
		переменное при плавном подъеме	
		относительно земли	между фазами
1	2	3	4
15-19	а,б	60	-
20-23	а,б	70	-
24-26	а,б	80	-
27-34	а,б	90	-
35-109	а,б	105	-
110-149	а,б	280	-
150-219	а,б	320	415
220	а,б	465	600

¹Условия применения уровней изоляции указаны в табл. 10.4.6.2.1-2.

В табл. 10.4.6.2.2 указаны испытательные кратковременные напряжения промышленной частоты:

а — одноминутное напряжение, прикладываемое к изоляции с выдержкой при нормированном значении в течение 1 мин или другого времени (5 мин или менее 1 мин);

б — напряжение при плавном подъеме, прикладываемое к изоляции без выдержки при нормированном значении.

Методы испытаний изоляции кратковременным напряжением промышленной частоты и критерии выдерживания испытания должны соответствовать стандартам на отдельные виды электрооборудования и соответствовать МЭК 60060-1:2010.

Должны применяться следующие методы испытаний:

для внутренней и внешней изоляции относительно земли - однократное приложение одноминутного испытательного напряжения;

для внешней изоляции силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов, электрическая прочность которой определяется прочностью чисто воздушного промежутка, относительно земли и между фазами - трехкратное приложение испытательного напряжения при плавном подъеме.

Допускается применять вместо метода трехкратного приложения напряжения при плавном подъеме метод полного разряда; при этом выдерживаемое с вероятностью 90 % напряжение должно быть не меньше соответствующего испытательного.

Для изоляции нейтрали обмоток силовых трансформаторов и шунтирующих реакторов, не допускающей работу с разземлением нейтрали испытание одноминутным напряжением промышленной частоты по методу, указанному для внутренней изоляции, является одновременно испытанием их внешней изоляции.».

5 Существующий пункт **10.4.6.2.2** заменяется пунктом **10.4.6.2.3** следующего содержания:

«**10.4.6.2.3** Межвитковая изоляция обмоток трансформаторов испытывается путем приложения к выводам одной из обмоток удвоенного номинального напряжения повышенной частоты при разомкнутых остальных обмотках.

Продолжительность испытания t , мин, должна быть не менее определенной по формуле:

$$t = 2f_n/f, \quad (10.4.6.2.3)$$

где f_n – номинальная частота, Гц;
 f – повышенная частота испытательного напряжения, равная $2f_n-2f_n$ (любое значение в этих пределах).

Во всех случаях продолжительность испытания – не менее 15 с.».

6 Пункт **10.4.6.6.1** заменяется следующим текстом:

«**10.4.6.6.1** Каждая изолированная жила готового кабеля должна выдерживать в течение 5 мин без пробоя приложение однофазного синусоидального переменного напряжения с частотой 50 (60) Гц или напряжение постоянного тока, указанное в табл. 10.4.6.6.1. Эти испытательные напряжения для готового кабеля применяются как после выдержки изделий в воде, так и без такой выдержки, как при испытании с погружением в воду, так и без погружения с учетом требований стандартов МЭК 60502- 2:2014 и МЭК 60840:2017.

Таблица 10.4.6.6.1

Кабели	Испытательное напряжение, В	
	Переменный ток 50(60) Гц	Постоянный ток
Силовые на номинальное напряжение, В:		
250	1500	3000
750	2500	5000
1000	3000	-
3000	7000	-
6000	21000	-
8700	30500	-
12000	42000	-
18000	63000	-
45000-47000	65000	-
60000-69000	90000	-
110000-115000	160000	-
132000-138000	190000	-
150000-161000	218000	-
Сигнализации и связи на номинальное напряжение 250 В	1500	3000

Пр и м е ч а н и я : 1. Таблица относится к кабелям с резиновой, поливинилхлоридной и полиэтиленовой изоляцией в резиновой или поливинилхлоридной оболочке.
2. Испытательное напряжение для кабелей, номинальное напряжение которых не указано в таблице, устанавливается технической документацией в соответствии с национальными или международными стандартами.
3. Для кабелей с экранированными жилами, если они составляют более 50 % всех жил, испытательное напряжение может быть снижено на 25 % по сравнению с указанным в таблице.

7 Вводится новый пункт **10.4.6.10** следующего содержания:

«10.4.6.10 Высоковольтное оборудование свыше 15 кВ.

10.4.6.10.1 Требования к испытаниям электрической прочности изоляции силовых трансформаторов номинальным напряжением выше 15 кВ приведены в 10.4.6.2.2.

10.4.6.10.2 Требования к испытаниям электрической прочности изоляции кабельных изделий номинальным напряжением выше 15 кВ приведены в 10.4.6.6.1

10.4.6.10.3 Комплектные распределительные устройства (КРУ) 15—35 кВ и экранированные токопроводы:

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) внешняя изоляция, в т.ч. изоляция внутри оболочки КРУ, цепей первичных соединений КРУ должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в табл. 10.4.6.10.3.1.

Таблица 10.4.6.10.3.1

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции				
		грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное		
		полного		в сухом состоянии		под дождем
		КРУ с одним разрывом на полюс относительно земли и между фазами (полюсами) ²	КРУ с двумя разрывами на полюс относительно земли и между фазами (полюсами) ²	КРУ с одним разрывом на полюс относительно земли и между фазами (полюсами) ²	КРУ с двумя разрывами на полюс относительно земли и между фазами (полюсами) ²	КРУ относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5	6	7
15-19	а	95	110	38	45	38
	б			55	63	
20-23	а	125	145	50	60	50
	б			65	75	
24-26	а	150	165	60	70	60
	б			75	90	
27-34	а	170	190	65	85	65
	б			80	95	
35	а	190	220	80	95	80
	б			95	120	

¹Уровень изоляции:
а – для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции;
б – для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов.
²Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.

Испытательное напряжение должно быть приложено:

к изоляции относительно земли и между полюсами при рабочем и разобщенном (контрольном) положениях выдвижного элемента;

к изоляции между токоведущими и заземленными частями при ремонтном положении выдвижного элемента;

к изоляции относительно земли и между полюсами при включенном и отключенном положениях разъединителей, присоединенных к цепям первичных соединений для КРУ без выдвижных элементов.

Примечание. Нормально присоединенное к цепям первичных соединений КРУ электрооборудование, для которого установлены испытательные напряжения грозовым импульсом меньше, чем указанные в табл. 10.4.6.10.3.1, при испытании по настоящему пункту должно быть отсоединено от цепей первичных соединений. Испытание должно быть повторено со всем присоединенным электрооборудованием приложением напряжения, допускаемого для всего электрооборудования;

.2 внешняя изоляция внутри оболочки КРУ между токоведущими частями одного и того же полюса цепей первичных соединений КРУ при разобранном (контрольном) положении выдвижного элемента при двух разрывах на полюс должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в табл.10.4.6.10.3.1 (графа 4).

КРУ без выдвижных элементов должны выдерживать испытания внешней изоляции между контактами одного и того же полюса разъединителей цепей первичных соединений в отключенном положении разъединителя;

.3 требования к изоляции КРУ при кратковременных переменных напряжениях.

Изоляция цепей первичных соединений КРУ должна выдерживать одномоментные напряжения, указанные в табл. 10.4.6.10.3.1 (графы 5, 6 и 7).

Испытательное напряжение должно быть приложено к изоляции согласно 10.4.6.10.3.1.

Внешняя изоляция внутри оболочки КРУ между токоведущими частями одного и того же полюса цепей первичных соединений КРУ при разобранном (контрольном) положении выдвижного элемента при двух разрывах на полюс должна выдерживать в сухом состоянии напряжения, указанные в табл. 10.4.6.10.3.1 (графа 6).

Внешняя изоляция (вне оболочки КРУН) цепей первичных соединений КРУН относительно земли должна выдерживать под дождем напряжения, указанные в табл. 10.4.6.10.3.1 (графа 7);

.4 требования к изоляции экранированных токопроводов.

Изоляция экранированных токопроводов должна выдерживать:

напряжения полных грозовых импульсов, указанные в табл. 10.4.6.10.3.1 (графа 3);

одномоментное переменное напряжение, указанное в табл. 10.4.6.10.3.1 (графа 5).

10.4.6.10.4 Комплектные распределительные устройства элегазовые (КРУЭ) 110–220 кВ.

10.4.6.10.4.1 Изоляция главных цепей КРУЭ.

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) изоляция относительно земли КРУЭ, а также изоляция между полюсами КРУЭ трехполюсного исполнения должна выдерживать испытательные напряжения полного грозового импульса согласно табл. 10.4.6.10.4.1.5 (графа 2);

.2 изоляция электромагнитных трансформаторов напряжения должна быть испытана также напряжением срезанного грозового импульса. При этом значения испытательных напряжений срезанного грозового импульса должны быть равны значениям испытательных напряжений полного грозового импульса, указанным в 10.4.6.10.4.1.1;

.3 изоляция между контактами одного и того же полюса выключателей и разъединителей при отключенном положении аппарата должна выдерживать испытательные напряжения полного грозового импульса согласно табл.10.4.6.10.4.1.5 (графы 3 и 4);

.4 изоляция относительно земли КРУЭ, а также изоляция между полюсами КРУЭ трехполюсного исполнения должна выдерживать испытательные кратковременные (одномоментные) переменные напряжения, указанные в табл. 10.4.6.10.4.1.5 (графа 5);

.5 изоляция ввода «воздух - элегаз» в КРУЭ классов напряжения от 72,5 до 220 кВ в сухом состоянии, а для ввода категории размещения 1 также и под дождем должна выдерживать испытательные кратковременные (одномоментные) переменные напряжения согласно табл. 10.4.6.10.4.1.5 (графа 5).

Таблица 10.4.6.10.4.1.5

Класс напряжения	Испытательное напряжение, кВ					
	полного грозового импульса			кратковременное (одноминутное) переменное		
	относительно земли и между полюсами	между контактами		относительно земли и между полюсами	между контактами	
		выключателей	разъединителей		выключателей	разъединителей
1	2	3	4	5	6	7
72,5-99	325		375	140		160
100-122	450		520	185		210
123-149	550		630	230		265
150-219	750		860	325		375
220	950		1050	395		460

.6 изоляция между контактами одного и того же полюса выключателей и разъединителей должна выдерживать испытательные кратковременные (одноминутные) переменные напряжения согласно табл. 10.4.6.10.4.1.5 (графы 6 и 7);

.7 изоляция главных цепей КРУЭ должна выдерживать испытание переменным напряжением с измерением частичных разрядов. При этом испытание с измерением характеристик частичных разрядов должно проводиться приложением к испытываемой изоляции переменного напряжения, предварительное значение которого длительностью 10 с должно быть равно $1,05 U_{н.р}^1$ - для электрооборудования 110 кВ и выше.

Затем напряжение должно быть без отключения снижено до значения $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$ и выдержано в течение не менее 1 мин. Изоляцию считают выдержавшей испытание, если интенсивность частичных разрядов при напряжении $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$ не превысила значения 10^{-1} Кл;

.8 изоляция вводов КРУЭ должна удовлетворять требованиям к стойкости в отношении теплового пробоя, а для вводов «воздух - элегаз» в КРУЭ категории размещения 1 – также к длине пути утечки внешней изоляции (требования к изоляции вводов см. 10.4.6.10.10).

10.4.6.10.4.2 Изоляция цепей управления, вспомогательных цепей КРУЭ и вторичных обмоток измерительных трансформаторов:

.1 изоляция вторичных обмоток трансформаторов напряжения должна выдерживать в течение 1 мин испытательное напряжение 3 кВ частотой 50 Гц, приложенное от внешнего источника;

Изоляция вторичных обмоток трансформаторов тока должна выдерживать в течение 1 мин испытательное напряжение 3 кВ частотой 50 Гц, приложенное от внешнего источника.

Междусекционная изоляция секций первичных и вторичных обмоток, предназначенных для изменения коэффициента трансформации трансформаторов тока, должна выдерживать в течение 1 мин воздействие испытательного напряжения 3 кВ частотой 50 Гц;

.2 изоляция цепей управления и вспомогательных цепей КРУЭ относительно земли должна выдерживать испытательное кратковременное (одноминутное) напряжение для электрооборудования 220 кВ и ниже, равное 2 кВ, прикладываемое поочередно между:

- токоведущими и заземленными частями;
- токоведущими частями разных цепей;

¹ $U_{н.р}$ - наибольшее рабочее напряжение электрооборудования - наибольшее напряжение частоты 50 Гц, неограниченно длительное приложение которого к зажимам разных фаз (полюсов) электрооборудования допустимо по условиям работы его изоляции.

разомкнутыми контактами элементов одной и той же цепи.

Длительность выдержки испытательного напряжения должна быть равна 1 мин.

Примечание. Испытание по токоведущими частям разных цепей и разомкнутым контактам элементов одной и той же цепи допускается не проводить при условии гарантирования предприятием-изготовителем электрооборудования необходимого качества изоляции.

.3 междувитковая изоляция обмоток электромагнитов в цепях управления КРУЭ (кроме включенных во вторичную цепь трансформаторов тока) должна выдерживать в течение 1 мин испытательное кратковременное переменное напряжение, приложенное между выводами обмоток и равное $3,5 U_n$ - для обмоток переменного тока и $2,5 U_n$ - для обмоток постоянного тока, где U_n - номинальное напряжение вспомогательных цепей и цепей управления;

10.4.6.10.4.3 Виды испытаний и общие указания по их проведению:

.1 изоляция КРУЭ должна подвергаться указанным выше испытаниям. Испытаниям должны подвергаться каждое КРУЭ или каждая его ячейка, полюс, отдельный модуль или транспортный блок, состоящий из одного или нескольких модулей;

.2 испытания изоляции КРУЭ должны проводиться при нормированной минимальной рабочей плотности элегаза. Нормированное значение минимальной рабочей плотности элегаза указывается в стандартах на электрооборудование конкретных типов (МЭК 62271-203:2011), а также в соответствии с руководством по эксплуатации оборудования;

.3 приведение испытательных напряжений к атмосферным условиям при испытании должно осуществляться только при испытании электрической прочности изоляции вводов «воздух - элегаз»;

.4 при испытании изоляции главных цепей КРУЭ напряжением полного грозового импульса должен применяться метод 15 импульсов с приложением импульсов положительной и отрицательной полярностей;

.5 при испытании изоляции трансформаторов напряжения напряжением срезанного грозового импульса должен применяться метод трех импульсов с приложением импульсов положительной и отрицательной полярностей.

.6 при испытании изоляции главных цепей КРУЭ напряжением коммутационного импульса должен применяться метод 15 импульсов с приложением импульсов положительной и отрицательной полярностей, за исключением ввода "воздух-елегаз" в КРУЭ категории размещения 1, который должен испытываться в сухом состоянии импульсами положительной полярности, а под дождем - импульсами положительной и отрицательной полярностей;

.7 при испытании изоляции главных цепей, цепей управления и вспомогательных цепей КРУЭ и вторичных обмоток измерительных трансформаторов кратковременным переменным напряжением должен применяться метод приложения одномоментного напряжения;

.8 испытание переменным напряжением с измерением частичных разрядов согласно 10.4.6.10.4.3.7 должно проводиться после испытаний электрической прочности изоляции напряжениями грозовых импульсов, коммутационных импульсов и кратковременным переменным.

10.4.6.10.5 Токопроводы с литой (твердой) изоляцией:

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) электрооборудование или его части с литой или заполненной компаундом изоляцией должно выдерживать испытание на отсутствие частичных разрядов в газовых включениях в изоляции приложением переменного напряжения.

Указанное испытание может проводиться методом измерения зависимости тангенса угла диэлектрических потерь от напряжения, изменяемого до 120 % наибольшего рабочего напряжения для электрооборудования классов напряжения от 3 до 110 кВ или 120 % наибольшего рабочего напряжения, деленного на $\sqrt{3}$, для электрооборудования классов напряжения 110 кВ и выше;

.2 испытание с измерением характеристик частичных разрядов должно проводиться приложением к испытываемой изоляции переменного напряжения,

предварительное значение которого длительностью 10 с должно быть равно $1,3 U_{н.р}^1$ для электрооборудования классов напряжения от 3 до 35 кВ, $1,05 U_{н.р}^1$ - для электрооборудования 110 кВ и выше.

Затем напряжение должно быть без отключения снижено до значения $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$ и выдержано в течение не менее 1 мин; при этом должно производиться измерение интенсивности частичных разрядов, допустимое значение которой указано в разделах с требованиями к электрооборудованию конкретных видов;

.3 метод испытания по частям, а также прикладываемое к этим частям напряжение, должны выбираться изготовителем в соответствии с национальными стандартами на электрооборудование;

10.4.6.10.6 Токопроводы с элегазовой изоляцией 110—220 кВ:

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) нормированные испытательные напряжения главных цепей токопроводов элегазовых должны соответствовать данным табл. 10.4.6.10.6.1;

Таблица 10.4.6.10.6.1

Класс напряжения	Испытательное напряжение, кВ			
	полного грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное	
	относительно земли	между фазами для ТЭТФ	относительно земли	между фазами для ТЭТФ
110	450	450	230	230
150	650	650	300	300
220	900	900	440	440

Примечания:
ТЭ – токопровод элегазовый;
ТЭТФ – токопровод элегазовый с расположением всех трех фаз в одной оболочке.

Для токопроводов с общей для всех трех фаз оболочкой, испытательное напряжение прикладывается поочередно к каждой фазе токопровода или к двум фазам при соединении третьей фазы с заземленной оболочкой

.2 изоляция цепей управления и вспомогательных цепей ТЭ относительно земли должна выдерживать испытательное кратковременное (одноминутное) переменное напряжение равное 2,0 кВ, прикладываемое поочередно между токоведущими и заземленными частями, а также между токоведущими частями разных цепей;

.3 интенсивность частичных разрядов в изоляции ТЭ не должна превышать значения 10-11 Кл при приложении к ней переменного напряжения, равного $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$

.4 при приложении к внешней изоляции концевых устройств ТЭ в виде вводов «воздух - элегаз» переменного напряжения, равного $1,1 U_{н.р}/\sqrt{3}$, должно фиксироваться отсутствие видимой короны;

.5 электрическая прочность внутренней изоляции ТЭ вводов «воздух – элегаз», «масло - элегаз», «кабель - элегаз» и «элегаз - элегаз», должна соответствовать значениям нормированных испытательных напряжений относительно земли согласно 10.4.6.10.6.1.

10.4.6.10.7 Изоляторы, испытываемые отдельно (сборные шины, жесткая ошиновка).

.1 требования к изоляции изоляторов при напряжениях грозовых импульсов. Внешняя изоляция изоляторов должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные для изоляторов и шинных опор, в табл. 10.4.6.10.7.1;

¹ $U_{н.р}$ - наибольшее рабочее напряжение электрооборудования - наибольшее напряжение частоты 50 Гц, неограниченно длительное приложение которого к зажимам разных фаз (полюсов) электрооборудования допустимо по условиям работы его изоляции.

Таблица 10.4.6.10.7.1

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции		
		грозового импульса	кратковременное (одноминутное) переменное	
		полного	в сухом состоянии	под дождем
		Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5
15-19	а	95	38	38
	б		55	
20-23	а	125	50	50
	б		65	
24-26	а	150	60	60
	б		75	
27-34	а	170	65	65
	б		80	
35-109	а	190	80	80
	б		95	
110-149	-	450/550 ³	230	200
150-219	-	650	275	275
220	-	950	395	395

¹Уровень изоляции:

а – для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции;

б – для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов.

²Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.

³В знаменателе указаны значения для испытания в сухом состоянии изоляторов с немасляной изоляцией без проверки качества выполнения изоляции на отсутствие частичных разрядов или другими дополнительными методами, а также шинных опор, в числителе - для остального электрооборудования.

.2 требования к изоляции изоляторов при переменных напряжениях.

Внутренняя изоляция изоляторов, в т.ч. изоляция вводов в аппараты должна выдерживать одноминутные напряжения, указанные в табл. 10.4.6.10.4.5.1 (графа 4,5).

Внешняя изоляция изоляторов должна выдерживать в сухом состоянии, а изоляторов категории размещения 1 - также под дождем одноминутные напряжения, указанные для изоляторов в табл. 10.4.6.10.4.6.1 (графы 4,5).

10.4.6.10.8 Сухие токоограничивающие реакторы.

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) изоляции обмоток сухих токоограничивающих реакторов на напряжение 15-220 кВ обмотки должны выдерживать испытательные напряжения полного и срезанного грозового импульса, действующие значения которых указаны в табл. 10.4.6.2.1-2;

.2 каждый образец электрооборудования при выпуске с предприятия-изготовителя должен быть подвергнут испытаниям его изоляции:

для внутренней изоляции - испытательным одноминутным переменным напряжением в соответствии с 10.4.6.10.4.2.2;

для внутренней изоляции заполненных жидким или газообразным диэлектриком с элементами литой изоляции классов напряжения 110 кВ и выше - переменным напряжением с измерением характеристик частичных разрядов.

Примечания: 1. Допускается не проводить отдельно испытания изделий при установившемся производстве изоляции устанавливаемых на реакторах классов напряжения от 15 до 35 кВ, армируемых предприятием-изготовителем реактора, ограничиваясь приложением к вводам испытательного одноминутного переменного напряжения реактора при проведении испытания.

2. Допускается не проводить испытания изделий при установившемся производстве изоляции собранных токоограничивающих сухих реакторов, а ограничиваться испытанием их изоляторов;

.3 внутренняя изоляция обмотки токоограничивающих реакторов должна выдерживать относительно земли и других обмоток приложенное от внешнего источника испытательное одномоментное напряжение, указанное в табл. 10.4.6.2.1-2. Части расщепленной обмотки должны рассматриваться каждая как отдельная обмотка.

10.4.6.10.9 Вентильные разрядники, ограничители перенапряжения.

.1 изоляция вентильных разрядников и ограничителей перенапряжения (далее ограничители перенапряжения или ОПН), изготовленная с применением органических (полимерных) материалов, должна быть трекинг-эрозионно-стойкой;

.2 при испытании на предприятии (изготовителе) изоляции корпуса ограничителя перенапряжения должна выдерживать испытания напряжением грозового импульса, коммутационного импульса, одномоментного напряжения промышленной частоты в соответствии с табл. 10.4.6.10.9.2.

Таблица 10.4.6.10.9.2

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции		
		грозового импульса	кратковременное (одномоментное) переменное	
		полного	в сухом состоянии	под дождем
		Разрядник, ОПН относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Разрядник, ОПН относительно земли и между фазами (полюсами) ²	Изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ²
1	2	3	4	5
15 – 19	а	95	38	38
	б		55	
20 – 23	а	125	50	50
	б		65	
24 – 26	а	150	60	60
	б		75	
27 – 34	а	170	65	65
	б		80	
35 – 109	а	190	80	80
	б		95	
110 – 149	-	450	230	200
150 – 219	-	650	300	275
220	-	900	440	395

¹Уровень изоляции

а – для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции;

б – для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов.

²Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения.

.3 испытанию напряжением грозового импульса должна подвергаться изоляция всех типов ограничителей. Максимальное значение напряжения испытательного импульса должно быть не менее значения остающегося напряжения на ограничителе при номинальном разрядном токе, умноженного на 1,3.

Остающееся напряжение (ОПН $U_{ост}$) – максимальное значение напряжения на ограничителе при протекании через него импульсного тока с данной амплитудой и формой импульса.

Номинальный разрядный ток (ОПН I_n) – максимальное (амплитудное) значение грозового импульса тока 8/20 мкс, используемое для классификации ОПН.

.4 испытанию напряжением коммутационного импульса должна подвергаться внешняя изоляция ограничителей с номинальными разрядными токами 10000 и 20000 А и наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением 210 кВ и выше. Значение испытательного напряжения должно быть равно значению остающегося напряжения при наибольшем значении коммутационного тока из приведенных в табл. 10.4.6.10.9.4, умноженному на 1,25. Остающиеся напряжения на ограничителе должны быть указаны изготовителем в технических документах на конкретные типы ограничителей при импульсах токов 30/60 мкс, 8/20 мкс и 1/10 мкс с максимальными значениями импульсов, указанными в табл. 10.4.6.10.9.4.

Таблица 10.4.6.10.9.4

Класс ограничителя по пропускной способности	Номинальный разрядный ток, А	Максимальные значения токов, А, при импульсах, мкс		
		30/60	8/20	1/10
1	5000	125, 250, 500	2500, 5000, 10000	5000
	10000	125, 250, 500	5000, 10000, 20000	10000
2	10000	250, 500, 1000	5000, 10000, 20000	10000
3	10000	500, 1000, 2000	5000, 10000, 20000	10000
4	10000	500, 1000, 2000	5000, 10000, 20000	10000
	20000	500, 1000, 2000	10000, 20000, 40000	20000
5	20000	500, 1000, 2000	10000, 20000, 40000	20000

.5 испытанию напряжением промышленной частоты (1 мин) должны подвергаться ограничители с номинальным разрядным током 5000 А, а также ограничители с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А, длительно допустимое рабочее напряжение которых менее 210 кВ.

Амплитуда одномоментного испытательного напряжения должна быть не менее значения:

остающегося напряжения при номинальном разрядном токе, умноженного на 0,88; для ограничителей с номинальным разрядным током 5000 А;

остающегося напряжения при наибольшем значении коммутационного тока согласно табл. 10.4.6.10.9.4 (в зависимости от класса пропускной способности и номинального разрядного тока), умноженного на 1,06 - для ограничителей с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А;

.6 испытания изоляции корпуса ОПН должны проводиться 15-ударным методом. При нормальных атмосферных условиях испытательное напряжение должно быть не менее остающегося напряжения ОПН при номинальном разрядном токе, умноженного на 1,3.

10.4.6.10.10 Вводы, проходные изоляторы 110—220 кВ;

.1 требования к изоляции вводов и проходных изоляторов при напряжениях грозовых импульсов. При испытании на предприятии (изготовителе) внешняя изоляция вводов и проходных изоляторов напряжением от 15 до 110 кВ должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в табл. 10.4.6.10.7.1.

Внешняя изоляция вводов и проходных изоляторов 110—220 кВ должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в табл. 10.4.6.10.10.1.

Таблица 10.4.6.10.10.1

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции		
		грозового импульса	кратковременное (одноминутное) переменное	
		полного	в сухом состоянии	под дождем
		Ввод, проходной изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ¹	Ввод, проходной изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ¹	Ввод, проходной изолятор относительно земли и между фазами (полюсами) ¹
1	2	3	4	5
110	-	450/550 ²	230	200
150	-	650	275	275
220	-	950	395	395
¹ Для электрооборудования трехфазного (трехполюсного) исполнения – также и между полюсами.				
² В знаменателе указаны значения для вводов, в числителе - для других изоляторов				

.2 испытание под дождем внешней изоляции электрооборудования, имеющего основные активные части, расположенные в металлической оболочке и присоединяемые через самостоятельные вводы, допускается не проводить, если испытание внешней изоляции вводов под дождем проведено отдельно;

.3 каждый образец электрооборудования при выпуске с предприятия-изготовителя должен быть подвергнут испытаниям его изоляции:

для внутренней изоляции вводов классов напряжения 110 кВ и выше - переменным напряжением с измерением характеристик частичных разрядов.

Примечания: 1. Допускается не проводить отдельно испытание изоляции устанавливаемых на трансформаторах, реакторах и аппаратах вводов классов напряжения от 3 до 35 кВ, армируемых предприятием-изготовителем трансформатора, реактора или аппарата, а также вводов, собираемых из частей на баке электрооборудования, ограничиваясь приложением к вводам испытательного одноминутного переменного напряжения трансформатора, реактора или аппарата при проведении испытания изделий при установившемся производстве последних.

2. В объем испытаний фарфоровых проходных изоляторов, указанный в стандартах на эти изоляторы, испытание одноминутным переменным напряжением может не входить, при условии указания другого способа проверки качества изготовления изоляторов, заменяющего испытание одноминутным напряжением;

.4 внешняя изоляция вводов, предназначенных для выводов нейтрали обмоток ВН силовых трансформаторов классов напряжения 110, 150 и 220 кВ с неполной изоляцией нейтрали, допускающей работу с разземлением нейтрали, должна быть испытана напряжениями полных грозовых импульсов, указанными в табл. 10.4.6.2.1-3 (графа 6);

.5 требования к изоляции изоляторов при переменных напряжениях.

Внутренняя изоляция изоляторов, в т.ч. изоляция вводов в аппараты должна выдерживать одноминутные напряжения, указанные в табл. 10.4.6.10.7.1 (графы 4 и 5).

Внутренняя изоляция вводов в силовые трансформаторы и шунтирующие реакторы классов напряжения 110 кВ и выше должна выдерживать испытание длительным переменным напряжением значением, равным $1,5 U_{н.р}/\sqrt{3}$.

Напряжение должно быть плавно поднято до нормированного значения, а затем выдержано в течение 0,5 ч вне зависимости от его частоты; при этом должно проводиться измерение интенсивности частичных разрядов.

Изоляция считается выдержавшей испытание, если интенсивность частичных разрядов во время выдержки напряжения не превысила значения 10^{-11} Кл.

10.4.6.10.11 Предохранители, предохранители-разъединители:

.1 при испытании на предприятии (изготовителе) внешней изоляции предохранителей, предохранителей-разъединителей (далее предохранителей) должна выдерживать напряжения полных грозовых импульсов, указанные в табл. 10.4.6.10.11.1.

Методы испытаний изоляции грозowymi импульсами и критерии выдерживания испытания должны соответствовать стандарту МЭК 60060-1:1989 на электрооборудование отдельных видов и приведены в табл. 10.4.6.10.11.1.

Должны применяться следующие методы испытаний:

для внутренней изоляции электрооборудования – трехударный метод;

для внешней изоляции электрооборудования – 15-ударный метод.

Для внешней изоляции между контактами одного и того же полюса разъединителей и предохранителей при вынутом патроне допускается применять вместо 15-ударного метод полного разряда; при этом выдерживаемое с вероятностью 90 % напряжение должно быть не меньше соответствующего испытательного напряжения.

Таблица 10.4.6.10.11.1

Класс напряжения электрооборудования, кВ	Уровень изоляции ¹	Испытательное напряжение внутренней и внешней изоляции					
		грозового импульса		кратковременное (одноминутное) переменное			
		полного		в сухом состоянии		под дождем	
		Предохранитель относительно земли	Предохранитель между контактами ²	Предохранитель относительно земли	Предохранитель между контактами ^{3,2}	Предохранитель относительно земли	Предохранитель между контактами ²
1	2	3	4	5	6	7	8
15 – 19	а	95	110	38	45	38	45
	б			55	63		
20 – 23	а	125	145	50	60	50	60
	б			65	75		
24 – 26	а	150	165	60	70	60	70
	б			75	90		
27 – 34	а	170	190	65	85	65	75
	б			80	95		
35 – 109	а	190	220	80	95	80	95
	б			95	120		
110 – 149	-	450	570	230		230	
150 – 219	-	650	790	300	315	300	315
220	-	900	1100	440	460	440	460

¹Уровень изоляции

а – для электрооборудования с бумажно-масляной и литой изоляцией, разработанного с требованием проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов, для остального электрооборудования - устанавливается по соглашению между изготовителем и потребителем; уровень изоляции;

б – для электрооборудования, разработанного без требования проверки изоляции на отсутствие частичных разрядов.

²Уровень изоляции между контактами одного и того же полюса предохранителей с патроном, но без плавкой вставки между электродами.

³Уровень изоляции между контактами одного и того же полюса, предохранителей при вынутом патроне.

.2 испытание изоляторов, разъединителей, испытательными напряжениями грозowych импульсов по методу, указанному для внешней изоляции, является одновременно испытанием электрической прочности их внутренней изоляции;

.3 внешняя изоляция предохранителей (предохранитель с патроном с неперегоревшей плавкой вставкой) относительно земли, а для предохранителей трехполюсного исполнения - между соседними полюсами должна выдерживать напряжения полных грозowych импульсов, указанные в табл. 10.4.6.10.11.1 (графа 3). Внешняя изоляция предохранителей между контактами одного и того же полюса предохранителя при вынутом патроне должна выдерживать напряжения полных грозowych импульсов, указанные в табл. 10.4.6.10.11.1 (графа 4).

.4 требования к изоляции при одноминутном переменном напряжении. Внутренняя изоляция предохранителей (предохранитель с патроном с неперегоревшей плавкой вставкой) относительно земли, а для предохранителей трехполюсного

исполнения — между соседними полюсами должна выдерживать одноминутное напряжение, указанное в табл. 10.4.6.10.11.1 (графа 5).

.5 внешняя изоляция предохранителей относительно земли должна выдерживать в сухом состоянии, а для предохранителей категории размещения 1 — также под дождем одноминутные напряжения, указанные в табл. 10.4.6.10.11.1 (графы 5 и 7).

.6 внешняя изоляция предохранителей между контактами одного и того же полюса предохранителя при вынутом патроне должна выдерживать в сухом состоянии одноминутное напряжение, указанное в таблице 10.4.6.10.11.1 (графа 6), а изоляция между контактами одного и того же полюса предохранителя с патроном, но без плавкой вставки между электродами в сухом состоянии и под дождем — указанные в табл. 10.4.6.10.11.1 (графы 6 и 8).».

8 **Пункт 10.5.1.1** заменяется следующим текстом:

«**10.5.1.1** Перечень изделий электрического оборудования, которые подвергаются различным видам механических и климатических испытаний, приведены в табл. 10.5.1.1-1 и 10.5.1.1-2.

Таблица 10.5.1.1-1

Испытания оборудования на соответствие условиям работы на судне

Изделия	Механические испытания				Климатические испытания								Испытания защитного исполнения оболочки
	вибрационные	испытания на удар	на устойчивость к качке	на устойчивость к длительным наклонам	на теплоустойчивость	на холодоустойчивость	на воздействие смены температур	на влагоустойчивость	на устойчивость к инею и влаге после	на стойкость к соляному туману	на стойкость к солнечной радиации	на грибоустойчивость	
Электрические машины	+	+	(+)	+	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Трансформаторы	+	+	(+)	(+)	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	(+)
Статические преобразователи	+	+	(+)	—	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	
Аппараты коммутационные, защитные, управления	+	+	+	+	+	+	(+)	+	(+)	(+)	—	(+)	(+)
Электроизмерительные приборы	+	+	(+)	+	+	+	—	+	—	(+)	+	(+)	+
Электрические щиты и пульты	+	+	(+)	(+)	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Корпусы распределительных устройств, щитов и пультов управления, контроля и сигнализации	+	+	—	—	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Электроприводы	+	+	(+)	+	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Приборы контроля управления судном	+	+	(+)	+	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Аппараты и устройства внутренней связи и сигнализации	+	+	+	(+)	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Электрические нагревательные и отопительные приборы	+	+	(+)	(+)	+	+	—	+	—	(+)	—	(+)	
Аккумуляторы и аккумуляторные батареи	+	+	+	+	+	+	—	—	—	(+)	—	(+)	—

Изделия	Механические испытания				Климатические испытания								Испытания защитного исполнения оболочки
	вибрационные	испытания на удар	на устойчивость к качке	на устойчивость к длительным наклонам	на теплоустойчивость	на холодоустойчивость	на воздействие смены температур	на влагуустойчивость	на устойчивость к инею и влаге после	на стойкость к соляному туману	на стойкость к солнечной радиации	на грибоустойчивость	
Конденсаторы и конденсаторные установки для повышения коэффициента мощности	+	+	(+)	(+)	+	+	–	+	–	(+)	–	(+)	(+)
Светильники	+	+	–	(+)	(+)	(+)	(+)	+	(+)	(+)	–	(+)	(+)
Установочные изделия	+	+	–	–	(+)	+	–	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Кабели и провода	(+)	(+)	–	–	+	+	–	+	–	(+)	(+)	(+)	–
Шинопроводы	+	+	(+)	(+)	+	+	–	+	–	(+)	–	(+)	(+)
Условные обозначения: « + » – изделия подлежат испытанию; « (+) » – испытание обязательно не для всех изделий данного вида или в отдельных случаях изделия могут быть от него освобождены (см. положения по проведению данного испытания и по испытаниям изделий данного вида); « – » – испытания изделий не требуется.													

Таблица 10.5.1.1-2

Испытания оборудования 15-220 кВ на соответствие условиям работы на судне

Изделия	Механические испытания				Климатические испытания								Испытания защитного исполнения оболочки
	вибрационные испытания	испытания на удар	на устойчивость к качке	на устойчивость к длительным наклонам	на теплоустойчивость	на холодоустойчивость	на воздействие смены температур	на влагуустойчивость	на устойчивость к инею и влаге после оттаивания	на стойкость к соляному туману	на стойкость к солнечной радиации	на грибоустойчивость	
Трансформаторы	+	+	(+)	(+)	+	+	–	+	–	(+)	–	(+)	(+)
Комплектные распределительные устройства 15-35 кВ	+	+	–	–	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Комплектные распределительные устройства элегазовые 35-220 кВ	+	+	–	–	+	+	(+)	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Токопровод экранированный 15-35 кВ	+	+	+	(+)	+	+	–	+	–	(+)	(+)	(+)	(+)
Токопровод элегазовый 110-220 кВ	+	+	+	(+)	+	+	–	+	–	(+)	(+)	(+)	+
Токопровод с литой (твердой) изоляцией 15- 35 кВ	+	+	+	(+)	+	+	–	+	–	(+)	(+)	(+)	(+)

Изделия	Механические испытания				Климатические испытания								Испытания защитного исполнения оболочки
	вибрационные испытания	испытания на удар	на устойчивость к качке	на устойчивость к длительным наклонам	на теплоустойчивость	на холодоустойчивость	на воздействие смены температур	на влагоустойчивость	на устойчивость к инею и влаге после оттаивания	на стойкость к соляному туману	на стойкость к солнечной радиации	на грибоустойчивость	
Сборные шины, жесткая ошиновка (в т.ч. изоляторы в составе оборудования)	+	+	+	(+)	+	+	-	+	(+)	(+)	(+)	(+)	-
Сухие токоограничивающие реакторы	+	+	+	+	+	+	-	+	-	(+)	(+)	(+)	(+)
Вентильные разрядники, ограничители перенапряжений	+	+	+	(+)	+	+	-	+	-	(+)	(+)	(+)	(+)
Вводы, проходные изоляторы 110 – 220 кВ	+	+	+	+	+	+	-	+	(+)	(+)	(+)	(+)	+
Предохранители, предохранители-разъединители 15 – 35 кВ	+	+	+	(+)	+	+	-	+	-	(+)	-	(+)	(+)
Кабели и провода	(+)		-	(+)	+	+	-	+	-	(+)	(+)	(+)	-
Установочные изделия	+	+	-	-	(+)	+	-	+	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Условные обозначения: « + » – изделия подлежат испытанию; «(+)» – испытание обязательно не для всех изделий данного вида или в отдельных случаях изделия могут быть от него освобождены (см. положения по проведению данного испытания и по испытаниям изделий данного вида); «–» – испытания изделий не требуется.													

».

9 Вводится новый пункт 10.7.2.6 следующего содержания:

«10.7.2.6 Испытания трансформаторов силовых напряжением 15–220 кВ.

К силовым трансформаторам с уровнем напряжения от 15 до 220 кВ должны применяться следующие виды испытаний, которые приведены в табл. 10.7.2.6.

Таблица 10.7.2.6

№ п/п	Трансформаторы силовые, напряжением 15 — 220кВ	Определение условий включения трансформаторов	Хромотографический анализ газов, растворенных в масле	Оценка влажности твердой изоляции вводов	Измерение сопротивления изоляции	Измерение тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ) изоляции обмоток	Оценка состояния бумажной изоляции обмоток	Испытание изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц	Измерение сопротивления обмоток постоянному току	Проверка коэффициента трансформации	Проверка группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных	Фазировка трансформаторов	Измерение потерь холостого хода	Измерение сопротивления короткого замыкания (ZK) трансформатора	Оценка состояния переключающих устройств	Испытание бака на герметичность	Проверка устройств охлаждения, предохранительных устройств, газового реле, реле давления,	Тепловизионный контроль состояния трансформаторов	Измерение характеристик частичных разрядов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	С масляной изоляцией	+	+ ¹⁾	+	+	+ ²⁾	+	+	+ ¹⁾	+	+	+	+ ³⁾	+ ⁴⁾	+	+	+	+	+ ¹⁾
2	С твердой изоляцией (компаунд)	+	-	+	+	+ ²⁾	-	+	+ ¹⁾	+	+	+	+ ³⁾	+ ⁴⁾	+	-	(+)	+	+ ¹⁾

Условные обозначения:

« + » – изделия подлежат испытанию;

« (+) » – испытание обязательно не для всех изделий данного вида или в отдельных случаях изделия могут быть от него освобождены (см. положения по проведению данного испытания и по испытаниям изделий данного вида);

«-» – испытания изделий не требуется.

¹⁾ Производится для классов напряжений трансформаторов 35 кВ и выше

²⁾ Производится для классов напряжений трансформаторов 110 кВ и выше

³⁾ Производится у головных образцов трансформаторов мощностью 1000 кВА и выше

⁴⁾ Производится у головных образцов трансформаторов мощностью 125 МВА и выше

10.7.2.6.1 Определение условий включения трансформаторов:

.1 контроль при вводе в эксплуатацию новых трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный или восстановительный ремонт со сменой обмоток и изоляции (первое включение). Контроль осуществляется в соответствии с требованиями инструкций изготовителей;

.2 контроль при вводе в эксплуатацию трансформаторов, прошедших капитальный ремонт в условиях эксплуатации (без смены обмоток и изоляции).

10.7.2.6.2 Хроматографический анализ газов, растворенных в масле:

.1 состояние трансформаторного оборудования следует оценивать путем сопоставления измеренных данных с граничными значениями концентрации газов в масле, по скорости роста концентрации газов в масле, по соотношениям концентраций диагностических газов (пар газов) и графическому критерию с учетом эксплуатационных факторов и других действующих нормативных документов по диагностированию силовых трансформаторов;

.2 контроль производится:

для класса напряжения 35 кВ - у блочных трансформаторов, трансформаторов собственных нужд и трансформаторов, имеющих среднегодовую нагрузку не менее 50 % от номинальной (при наличии соответствующей методики отбора проб анализа газов, растворенных в масле);

для классов напряжения 110 кВ и выше – у всех трансформаторов.

.3 для шунтирующих реакторов оценка состояния по результатам анализа газов, растворенных в масле, производится по инструкциям изготовителей;

.4 анализ растворенных в масле газов должен осуществляться в следующие сроки:

трансформаторы напряжением 35 кВ (блочные трансформаторы, трансформаторы собственных нужд и трансформаторы, имеющие среднегодовую нагрузку не менее 50 % от номинальной) после включения их в работу – в течение первых 3 суток, через 1 и 6 мес. после включения и далее – не реже 1 раза в 6 мес.;

все трансформаторы напряжением 35 кВ, независимо от нагрузки, после включения их в работу следует контролировать в течение первых 3 суток;

все трансформаторы 35 кВ и выше – перед вводом в работу, перед началом и после завершения капитального и восстановительного ремонта трансформатора и/или работ с маслом;

трансформаторы напряжением 110 кВ и выше после включения их в работу - в течение первых 3 суток, через 10 дней, 1, 3 и 6 месяцев после включения и далее - не реже 1 раза в 6 мес. Для трансформаторов с предполагаемым дефектом периодичность отбора проб масла устанавливается в каждом конкретном случае, исходя из состава и концентрации газов, скорости их нарастания;

10.7.2.6.3 Оценка влажности твердой изоляции.

10.7.2.6.3.1 Испытания проводятся для трансформаторов с уровнем напряжения 110 кВ и выше. Допустимое значение влагосодержания твердой изоляции вновь вводимых трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, – не выше 1 %, а эксплуатируемых трансформаторов – не выше 2 % по массе. Для трансформаторов, отработавших установленные нормативно технической документацией сроки, допускается значение влагосодержания – 2 %, а у эксплуатируемых трансформаторов – 4 % по массе;

10.7.2.6.3.2 Определение влагосодержания твердой изоляции трансформаторов проводится:

.1 перед вводом трансформаторов в эксплуатацию и при капитальном ремонте при появлении признаков увлажнения, установленных измерениями и/или при продолжительности пребывания активной части трансформатора на воздухе, превышающей для трансформаторов классов напряжения до 35 кВ - 16 ч при относительной влажности до 75 % и 8 ч при относительной влажности 75 % и более; для трансформаторов классов напряжения 110 – 220 кВ - 16 ч при относительной влажности до 75 % и 10 ч при относительной влажности до 85 %;

.2 в период выполнения капитального ремонта, предусматривающего проведение работ по подсушке/промывке твердой изоляции.

Определение влагосодержания твердой изоляции трансформаторов проводится приоритетно по анализу влагосодержания заложенных в бак образцов изоляции;

Влагосодержание твердой изоляции в процессе эксплуатации допускается не определять, если влагосодержание масла, проба которого отобрана из трансформатора, прогретого до 60 °С, не превышает 10 г/т;

Периодичность контроля влагосодержания твердой изоляции расчетными способами или иными инструментальными методами, реализуемыми без вскрытия бака трансформатора в процессе эксплуатации: первый раз — через 12 лет после включения и в дальнейшем — 1 раз через 4 — 6 лет.

10.7.2.6.4 Измерение сопротивления изоляции.

10.7.2.6.4.1 Измерение сопротивления изоляции обмоток:

.1 сопротивление изоляции обмоток измеряется мегаомметром на напряжение 2500 В;

.2 сопротивление изоляции каждой обмотки вновь вводимых в эксплуатацию трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, приведенное к температуре испытаний, при которой определялись исходные значения, должно быть не менее 50 % по отношению к значениям, указанным изготовителем. В случае отсутствия значений изготовителя — по отношению к первично измеренным значениям. В любом случае сопротивление изоляции выше 3000 МОм при температуре 20 °С считается удовлетворительным и сравнение с исходными данными не требуется;

.3 для трансформаторов на напряжение от 15 до 35 кВ включительно мощностью до 10 МВА и дугогасящих реакторов сопротивление изоляции обмоток должно быть не ниже значений, представленных в табл. 10.7.2.6.4.1.3.

Таблица 10.7.2.6.4.1.3

Значение сопротивлений изоляции

Температуры обмотки, °С	10	20	30	40	50	60	70
R _{60°} , МОм	450	300	200	130	90	60	40

.4 сопротивление изоляции сухих трансформаторов с номинальным напряжением свыше 15 кВ при температуре обмоток 20 — 30 °С должно быть не менее 500 МОм;

.5 измерение сопротивления изоляции обмоток должно производиться при температуре изоляции не ниже:

10 °С — для трансформаторов напряжением до 150 кВ включительно;

20 °С — для трансформаторов напряжением 220 кВ;

.6 в процессе эксплуатации измерения сопротивления изоляции обмоток трансформаторов производятся с периодичностью не реже 1 раза в 4 года, а также при неудовлетворительных результатах испытаний масла и/или анализа газов, растворенных в масле и в объеме комплексного диагностического обследования;

10.7.2.6.4.2 Измерение сопротивления изоляции доступных стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем и прессующих колец относительно активной стали и ярмовых балок, а также ярмовых балок относительно активной стали и электростатических экранов относительно обмоток и магнитопровода.

.1 измерения должны производиться в случае осмотра активной части трансформатора или через специальный проходной изолятор на баке трансформатора (при его наличии). Используются мегаомметры на напряжение 1000 В;

.2 измеренные значения сопротивления изоляции стяжных шпилек, бандажей, полубандажей ярем и прессующих колец относительно активной стали и ярмовых балок, а также ярмовых балок относительно активной стали, должны быть не менее 2 МОм, а сопротивление изоляции ярмовых балок не менее 0,5 МОм;

10.7.2.6.5 Измерение тангенса угла диэлектрических потерь (tgδ) изоляции обмоток для трансформаторов напряжением 110 — 220 кВ.

.1 значения tgδ изоляции обмоток вновь вводимых в эксплуатацию трансформаторов и трансформаторов, прошедших капитальный ремонт, приведенные к температуре испытаний, при которой определялись исходные значения, с учетом влияния tgδ масла не должны отличаться от значений, указанных изготовителем в сторону ухудшения более чем на 50 %;

.2 измеренные (при температуре изоляции 20 °С и выше) значения tgδ изоляции обмоток вновь вводимых в эксплуатацию трансформаторов и трансформаторов,

прошедших капитальный ремонт, не превышающие 1 %, считаются удовлетворительными и их сравнение с исходными данными не требуется;

.3 при вводе в эксплуатацию и в процессе эксплуатации $\text{tg}\delta$ изоляции измеряется как по схемам, применяемым изготовителем, так и дополнительно по зонам изоляции (например, ВН - корпус, НН - корпус, ВН - НН) с подсоединением вывода «экран» измерительного моста к свободным обмоткам или баку. В процессе эксплуатации допускается проводить только измерения по зонам изоляции;

.4 измерение $\text{tg}\delta$ обмоток должно производиться при температуре изоляции не ниже:

10 °С – для трансформаторов напряжением до 150 кВ включительно;

20 °С – для трансформаторов напряжением 220 кВ;

60 °С – для всех трансформаторов при выполнении оценки влагосодержания твердой изоляции расчетным путём;

.5 в процессе эксплуатации измерения значения $\text{tg}\delta$ изоляции обмоток трансформаторов производятся с периодичностью не реже 1 раза в 4 года, а также при неудовлетворительных результатах испытаний масла и/или анализа газов, растворенных в масле и в объеме комплексного диагностического обследования.

10.7.2.6.6 Оценка состояния бумажной изоляции обмоток.

10.7.2.6.6.1 Оценка по наличию фурановых соединений и соотношения CO_2/CO в масле.

.1 значение содержания фурановых производных в трансформаторном масле, ограничивающее область нормального состояния оборудования, должно быть не более 0,0006 % массы;

.2 достижение значений соотношения CO_2/CO более 30 в сочетании с влагосодержанием масла более 30 г/т указывает на полное исчерпание ресурса бумажной изоляции обмоток (показатель предельного состояния). В случае достижения содержания фурановых производных и (или) соотношения CO_2/CO указанных выше значений необходимо выполнить испытания бумажной изоляции согласно 10.7.2.6.6.2;

.3 отбор проб масла на содержание фурановых соединений следует проводить до замены силикагеля в адсорбционных и термосифонных фильтрах, а также обработки масла (дегазации, регенерации и пр.), но не ранее, чем через 6 месяцев после замены;

10.7.2.6.6.2 Оценка по степени полимеризации.

.1 оценка по степени полимеризации деструкции целлюлозы, влияющей на механическую прочность бумажной изоляции, производится у трансформаторов напряжением 110 кВ и выше;

.2 отбор образцов твердой изоляции производится в случае, если по косвенным методам оценки имеются достаточные основания ожидать значительного износа твердой изоляции. Косвенная оценка состояния твердой изоляции осуществляется по следующим показателям:

наличие в трансформаторном масле фурановых производных, в том числе фурфуrolа;

результаты хроматографического анализа растворенных в масле фурановых соединений, газов CO и CO_2 в соответствии с рекомендациями в 10.7.2.6.2;

результаты физико-химического анализа масла;

результаты измерения диэлектрических параметров изоляции (R_{60} , $\text{tg}\delta$).

.3 ресурс бумажной изоляции обмоток считается исчерпанным при снижении степени полимеризации бумаги до 250 единиц (показатель предельного состояния) и менее. У ответственных трансформаторов напряжением 35 кВ, отработавших установленные нормативно-технической документацией сроки (блочных трансформаторов, трансформаторов собственных нужд), оценка состояния бумажной изоляции обмоток по степени полимеризации и определение фурановых соединений проводится при комплексных диагностических обследованиях;

10.7.2.6.7 Испытание изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц;

.1 при капитальном ремонте с полной сменой обмоток и изоляции испытание повышенным напряжением вместе с вводами обязательно для всех типов и классов трансформаторов. Значение испытательного напряжения принимается равным значению напряжения, используемому изготовителем. При капитальном ремонте с

частичной сменой изоляции или при реконструкции трансформатора значение испытательного напряжения принимается 0,9 заводского;

.2 значения испытательных напряжений приведены в табл. 10.7.2.6.7-1 и 10.7.2.6.7-2. Время проведения испытания – 60 с.

.3 импортные трансформаторы разрешается испытывать напряжениями, указанными в табл. 10.7.2.6.7-1 и 10.7.2.6.7-2, лишь в тех случаях, если они не превышают напряжения, которым данный трансформатор был испытан изготовителем;

.4 испытание изоляции цепей защитной и контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на трансформаторе, производится на полностью собранных трансформаторах. Испытывается изоляция (относительно заземленных частей и конструкций) цепей с присоединенными трансформаторами тока, газовыми и защитными реле, маслоуказателями, отсечным клапаном и датчиками температуры при отсоединенных разъемах манометрических термометров, цепи которых испытываются отдельно. Значение испытательного напряжения - 1 кВ. Продолжительность испытания – 1 мин. Значение испытательного напряжения при испытаниях манометрических термометров—750 В. Продолжительность испытания—1 мин.

Таблица 10.7.2.6.7-1

Испытательные напряжения промышленной частоты электрооборудования классов напряжения до 35 кВ с нормальной и облегченной изоляцией

Класс напряжения трансформатора, кВ	Испытательное напряжение					
	силовые трансформаторы, шунтирующие реакторы и дугогасящие реакторы			аппараты, трансформаторы тока и напряжения, токоограничивающие реакторы, изоляторы, вводы, конденсаторы связи, экранированные токопроводы, сборные шины, КРУ		
	головного образца на заводе - изготовителе	головного образца на производстве	при установленном производстве	головного образца на заводе - изготовителе	головного образца на производстве и при установленном производстве	
					фарфоровая изоляция	другие виды изоляции
15-19	45,0/37,0	40,5/33,3	38,3/31,5	55,0 (63,0)	55,0 (63,0)	49,5 (56,7)
20-34	55,0/50,0	49,5/45,0	46,8/42,5	65,0 (75,0)	65,0 (75,0)	58,5 (64,5)
35	85,0	76,5	72,3	95,0 (120,0)	95,0 (120,0)	85,5 (108,0)

Примечания: 1 Испытательные напряжения, указанные в виде дроби, распространяются на электрооборудование: числитель - с нормальной изоляцией, знаменатель - с облегченной изоляцией (в том числе сухих трансформаторов).

2. Испытательные напряжения для аппаратов и КРУ распространяются как на их изоляцию относительно земли и между полюсами, так и на промежуток между контактами с одним или двумя (цифра в скобках) разрывами на полюс. В случаях если испытательное оборудование не позволяет обеспечить испытательное напряжение выше 100 кВ, допускается проводить испытание при максимально возможном испытательном напряжении, но не менее 100 кВ.

3. Если головной образец на заводе-изготовителе был испытан напряжением, отличающимся от указанного, испытательные напряжения головного образца на производстве и при установившемся производстве должны быть соответственно скорректированы.

Таблица 10.7.2.6.7-2

Испытательные напряжения промышленной частоты герметизированных силовых трансформаторов.

Класс напряжения трансформатора, кВ	Испытательное напряжение, кВ		
	головного образца на заводе – изготовителя	головного образца на производстве	при установившемся производстве
15	38	34,2	32,3
20	50	45,0	42,5

10.7.2.6.8 Измерение сопротивления обмоток постоянному току:

.1 измерения сопротивления обмоток трансформаторов постоянному току должны производиться на всех ответвлениях, если в паспорте трансформатора нет других указаний;

.2 измерения сопротивления обмоток трансформаторов постоянному току в межремонтный период проводятся в случае комплексного диагностического обследования трансформатора, а также, если на наличие дефекта указывают средства периодического контроля, осуществляемого на работающем трансформаторе, такие как анализ растворенных в масле газов, физико-химический анализ масла, тепловизионный контроль, осмотр и проверка РПН;

.3 на трансформаторах с устройствами РПН измерения в процессе эксплуатации проводятся с периодичностью:

трансформаторы напряжением 110 кВ и выше - 1 раз в 4 года;

трансформаторы напряжением 35 кВ - по решению технического руководителя;

.4 перед измерением сопротивления обмоток трансформаторов, снабженных устройствами регулирования напряжения под нагрузкой и устройством переключения без возбуждения, следует произвести не менее трех полных циклов переключения;

.5 сопротивления обмоток трехфазных трансформаторов, измеренные на одинаковых ответвлениях разных фаз при одинаковой температуре, не должны отличаться более чем на 2 %;

.6 значения сопротивления обмоток однофазных трансформаторов после температурного пересчета не должны отличаться более чем на 5 % от исходных значений;

10.7.2.6.9 Проверка коэффициента трансформации:

.1 проверка производится при всех положениях переключателей ответвлений.

Коэффициент трансформации, измеренный при вводе трансформатора в эксплуатацию, не должен отличаться более чем на 2 % (если иное не указано в документации изготовителя) от значений, измеренных на соответствующих ответвлениях других фаз, и от исходных значений, а измеренный при капитальном ремонте не должен отличаться более чем на 2 % от коэффициента трансформации, рассчитанного по напряжениям ответвлений. При капитальных ремонтах коэффициент трансформации проверяется в случае замены или ремонта обмоток трансформатора.

10.7.2.6.10 Проверка группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов:

.1 проверка группы соединения обмоток и полярности выводов производится головного образца на производстве и электрооборудования, прошедшего восстановительный или капитальный ремонт;

.2 группа соединений должна соответствовать указанной в паспорте трансформатора, а полярность выводов - обозначениям на крышке трансформатора;

.3 измерения производятся при вводе в эксплуатацию, в эксплуатации - в случае отсутствия заводской документации (заводской таблички) на трансформатор и после капитального ремонта - в случае изменения схемы соединения или замены обмоток.

10.7.2.6.11 Фазировка трансформаторов:

.1 перед первым включением в работу нового или вышедшего из ремонта оборудования (при изменении внешней силовой схемы присоединения трансформатора) должна производиться его фазировка.

10.7.2.6.12 Измерение потерь холостого хода:

.1 измерения производятся у головных образцов трансформаторов мощностью 1000 кВА и более при напряжении, подводимом к обмотке низшего напряжения, равном указанному в протоколе заводских испытаний (паспорте). Измерения потерь холостого хода трансформаторов мощностью до 1000 кВА производятся после капитального ремонта с полной или частичной расшивкой магнитопровода. У трехфазных трансформаторов потери холостого хода измеряются при однофазном возбуждении по схемам, применяемым на заводе-изготовителе;

.2 у головных образцов трехфазных трансформаторов на производстве и при капитальном ремонте соотношение потерь на разных фазах не должно отличаться от соотношений, приведенных в протоколе заводских испытаний (паспорте), более чем на 5 %. У однофазных трансформаторов при вводе в эксплуатацию измеренные потери не должны превышать исходные (паспортные) значения более чем на 10 %.

10.7.2.6.13 Измерение сопротивления короткого замыкания (Z_k) трансформатора:

.1 измерение сопротивления короткого замыкания производится у трансформаторов 125 МВА и более;

.2 для трансформаторов с устройством регулирования напряжения под нагрузкой Z_k измеряется на основном и обоих крайних ответвлениях;

.3 значения Z_k трансформатора при установившемся производстве не должны превышать значения, определенного по напряжению КЗ (U_k) трансформатора, на основном ответвлении более чем на 5 %;

.4 значения Z_k при измерениях при установившемся производстве и при капитальном ремонте не должны превышать исходные более чем на 3 %. У трехфазных трансформаторов дополнительно нормируется различие значений Z_k по фазам на основном и крайних ответвлениях, которое не должно превышать 3 %;

.5 в процессе эксплуатации измерения Z_k производятся после воздействия на трансформатор тока КЗ, превышающего 70 % расчетного значения, используемого изготовителем, а также в объеме комплексного диагностического обследования.

10.7.2.6.14 Оценка состояния переключающих устройств.

10.7.2.6.14.1 Переключающие устройства с ПБВ (переключение без возбуждения);

.1 в устройствах с ПБВ проверяют состояние:

контактного узла и привода;

контактных пружин.

.2 в устройствах ПБВ барабанного типа проверяют усилие, развиваемое контактными пружинами, которое должно быть в пределах 20—50 Н (2-5 кгс);

10.7.2.6.14.2 Переключающие устройства с РПН (регулирование под нагрузкой).

.1 оценка состояния переключающих устройств при вводе трансформаторов в эксплуатацию и капитальном ремонте производится в соответствии с требованиями инструкций изготовителя и инструкции по эксплуатации конкретного переключающего устройства;

.2 текущие ремонты устройств РПН с выводом их из работы следует проводить совместно с текущими ремонтами трансформаторов не реже 1 раза в год (если иное не оговорено документацией изготовителя), а также после определенного числа переключений, указанного в инструкции изготовителя данного устройства РПН;

.3 масло из бака контакторов устройств РПН должно испытываться на пробивное напряжение после определенного числа переключений, указанного в инструкции изготовителя данного устройства РПН, но не реже 1 раза в год. На наличие влагосодержания масло из устройства РПН испытывается по решению технического руководителя или в случае получения неудовлетворительных результатов по пробивному напряжению. Масло из бака контакторов устройств РПН, работающих в неавтоматическом режиме допускается испытывать 1 раз в 2 года;

.4 при значениях показателей, превышающих нормируемые значения, масло должно быть осушено, очищено или заменено. Отбор пробы масла из бака контактора устройства РПН для проведения анализа растворенных в масле газов проводится при неудовлетворительных результатах АРГ масла, отобранного из бака трансформатора. Оценка результатов производится в соответствии с рекомендациями изготовителя устройства РПН, и архивными материалами технического диагностирования переключающего устройства.

10.7.2.6.15 Испытание бака на герметичность;

.1 испытаниям подвергаются головные образцы всех типов трансформаторов, кроме герметизированных и не имеющих расширителя;

.2 испытание производится:

у трансформаторов напряжением до 35 кВ включительно - гидравлическим давлением столба масла, высота которого над уровнем заполненного расширителя составляет 0,6 м, за исключением трансформаторов с волнистыми баками и пластинчатыми радиаторами, для которых высота столба масла принимается равной 0,3 м;

у трансформаторов с пленочной защитой масла - созданием внутри гибкой оболочки избыточного давления воздуха 10 кПа;

у остальных трансформаторов - созданием избыточного давления азота или сухого воздуха 10 кПа в надмасляном пространстве расширителя;

.3 продолжительность испытания во всех случаях - не менее 3 ч;

.4 температура масла в баке при испытаниях должна быть:

не ниже 10 °С - для трансформаторов напряжением до 150 кВ включительно;

не ниже 20 °С - для трансформаторов напряжением 220 кВ;

.5 испытания в процессе эксплуатации производятся для трансформаторов, оборудованных высоковольтными вводами протяжного типа, верхний узел герметизации которых находится выше уровня масла в баке-расширителе трансформатора, при неудовлетворительных результатах испытаний масла из бака трансформатора на газосодержание;

.6 бак трансформатора считают выдержавшим испытания на герметичность, если в течение нормированного времени снаружи бака не обнаружено течей масла или не произошло падения избыточного нормированного давления.

10.7.2.6.16 Проверка устройств охлаждения, предохранительных устройств, газового реле, реле давления, струйного реле, средств защиты масла от воздействия окружающего воздуха:

.1 проверка устройств охлаждения при вводе в эксплуатацию, текущем ремонте трансформаторов и в межремонтный период и при капитальном ремонте производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации системы охлаждения, входящей в комплект технической документации изготовителя данного трансформатора;

.2 проверка предохранительного и отсечного клапанов, а также предохранительной (выхлопной) трубы при вводе трансформатора в эксплуатацию и капитальном ремонте производится в соответствии с требованиями инструкций изготовителя;

.3 проверка и испытания газового реле, реле давления и струйного реле производятся в соответствии с инструкциями по эксплуатации соответствующих реле. Проверка работоспособности газового реле, установленного на трансформаторах с пленочной защитой, путем нагнетания в него воздуха запрещается. Величина уставки газового реле должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации на трансформатор. При отсутствии в эксплуатационной документации указаний, следует принять уставку, соответствующую максимальной чувствительности, исключавшую срабатывание реле при пуске и остановке электронасосов системы охлаждения;

.4 проверка воздухоосушителя, установок азотной и пленочной защит масла, термосифонного и адсорбционного фильтров при вводе трансформатора в эксплуатацию, и капитальном ремонте и в процессе эксплуатации производится в соответствии с требованиями документации изготовителя и национальными стандартами. Адсорбент, загружаемый в воздухоосушитель и фильтры трансформаторов, должен иметь остаточное влагосодержание не более 0,5 % массы.

10.7.2.6.17 Тепловизионный контроль состояния трансформаторов:

.1 тепловизионный контроль производится у трансформаторов напряжением 15 кВ и выше;

.2 периодичность контроля трансформаторов:

15—35 кВ – 1 раз в 3 года;

35—110 кВ – 1 раз в 3 года;

110—220 кВ – 1 раз в 2 года;

.3 для трансформаторов и автотрансформаторов, у которых по результатам анализа газов, растворенных в масле, концентрации метана, этана и этилена превышают граничные значения или приближаются к ним тепловизионный контроль следует проводить через каждые 3—6 месяцев, если иное не предусмотрено техническим руководителем. Целесообразно проводить ИК-контроль при максимально возможной нагрузке трансформатора и дополнительно на холостом ходу.

10.7.2.6.18 Измерение характеристик частичных разрядов:

.1 контроль изоляции обмоток по характеристикам частичных разрядов (ЧР) распространяется на трансформаторы классов напряжений от 110 и 220 кВ по решению технического руководителя;

.2 для трансформаторов классов напряжений 35 кВ контроль изоляции обмоток по характеристикам частичных разрядов проводится при обнаружении дефектов электрического характера на основании анализа растворенных в масле газов. Перечень контролируемых по ЧР трансформаторов и применяемые при этом измерительные системы устанавливаются по решению технического руководителя.».

10 Вводится новый пункт **10.7.5.9** следующего содержания:

«**10.7.5.9** Испытания комплектных распределительных устройств (КРУ) внутренней установки, высоковольтных отсеков трансформаторных подстанций (ТП) напряжением 15—35 кВ в дополнение 10.7.5.1 – 10.7.5.8.

10.7.5.9.1 Измерение сопротивления изоляции:

.1 в настоящих требованиях приняты следующие условные обозначения категорий контроля:

П – при вводе в эксплуатацию нового электрооборудования и электрооборудования, прошедшего восстановительный или капитальный ремонт и реконструкцию на специализированном ремонтном предприятии;

К – при капитальном ремонте на субъекте электроэнергетики;

С – при среднем ремонте;

Т – при текущем ремонте электрооборудования;

М – между ремонтами;

.2 измерение сопротивления изоляции элементов из органических материалов производится мегаомметром на напряжение 2500 В. Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл. 10.7.5.9.1.2

Таблица 10.7.5.9.1.2

Наименьшие допустимые значения сопротивления изоляции подвижных частей, выполненных из органических материалов

Вид испытания	Сопротивление изоляции, МОм, на номинальное напряжение, кВ	
	15—150	220
П	3000	5000
С	1000	3000

.3 измерение сопротивления изоляции вторичных цепей производится мегаомметром на напряжение 500—1000 В.

10.7.5.9.2 Испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц:

.1 испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц первичных цепей ячеек проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно. Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с табл. 10.4.6.10.1.

Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

Все выдвижные элементы с выключателями устанавливаются в рабочее положение, включают выключатели; выдвижные элементы с разрядниками, силовыми и измерительными трансформаторами выкатываются в контрольное положение. Испытание повышенным напряжением производится до присоединения силовых кабелей.

10.7.5.9.3 Проверка соосности и величины вхождения подвижных контактов в неподвижные.

.1 несоосность контактов не должна превышать 4—5 мм. Вертикальный люфт ламелей разъединяющих контактов выкатной тележки должен быть в пределах 8 — 14 мм.

Вхождение подвижных контактов в неподвижные должно быть не менее 15 мм, запас хода - не менее 2 мм;

10.7.5.9.4 Измерение сопротивления постоянному току.

.1 сопротивление разъемных контактов не должно превышать значений, приведенных в табл. 10.7.5.9.2.4.1.

Таблица 10.7.5.9. 4.1

Допустимые значения сопротивлений постоянному току элементов КРУ

Измеряемый элемент ¹	Допустимые значения сопротивления
1. Втычные контакты первичной цепи	Допустимые значения сопротивления контактов приведены в инструкциях изготовителя. В случаях, если значения сопротивления контактов не приведены в инструкциях изготовителя, они должны быть не более: для контактов на 400 А - 75 мкОм; для контактов на 630 А - 60 мкОм; для контактов на 1000 А - 50 мкОм; для контактов на 1600 А - 40 мкОм; для контактов на 2000 А и выше - 33 мкОм
2. Связь заземления выдвижного элемента с корпусом	Не более 0,1 Ом

Примечание. ¹Измерение выполняется, если позволяет конструкция КРУ.

10.7.5.9.5 Контроль сборных шин.

.1 контроль контактных соединений сборных шин должен выполняться согласно указаниям 10.7.22.

10.7.5.9.6 Механические испытания.

.1 испытания включают 5-кратное вкатывание и выкатывание выдвижных элементов с проверкой соосности разъединяющих контактов главной цепи, работы шторочного механизма, блокировок, фиксаторов.

10.7.5.9.7 Контроль контактов и контактных соединений аппаратов и токоведущих частей ячеек:

.1 контроль проводится при наличии технической возможности.».

11 Вводятся новые пункты 10.7.18—10.7.27 следующего содержания:

«10.7.18 Испытания комплектных распределительных устройств в металлической оболочке с элегазовой изоляцией (КРУЭ).

10.7.18.1 Измерение сопротивления главной токоведущей цепи.

.1 измерения должны проводиться в соответствии со схемой измерения сопротивления участков главной токовой цепи, приведённой изготовителем в эксплуатационной документации на КРУЭ.

Измеренное сопротивление не должно превышать значений, указанных в документации изготовителя.

10.7.18.2 Измерение сопротивления изоляции главной токоведущей цепи.

.1 измерения производятся мегаомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл. 10.7.5.9.2.

10.7.18.3 Испытание электрической прочности изоляции главных цепей.

.1 изоляция главных цепей КРУЭ должна подвергаться высоковольтным испытаниям переменным напряжением после монтажа или ремонта, затрагивающего изоляцию главных цепей. Испытания проводятся при номинальном давлении элегаза (смеси). Испытаниям подлежат все вновь вводимые или отремонтированные ячейки. Испытания проводятся с помощью испытательных установок переменного напряжения промышленной частоты или резонансного типа. Допускается выполнение испытаний переменным напряжением частотой до 400 Гц. Величина и порядок приложения испытательного напряжения, этапы и очередность испытания ячеек определяются технической программой испытаний, составляемой с учетом положений МЭК 62271-203 и требований изготовителей КРУЭ. Секции, которые в этих случаях не подвергаются испытаниям, отделенные от испытываемой части выключателем или разъединителем, должны быть заземлены;

.2 допускается выполнение испытаний КРУЭ после завершения ремонтно-восстановительных работ пониженной, по отношению к одноминутному нормированному, величиной испытательного напряжения, согласованной с техническим руководителем субъекта электроэнергетики. Испытания должны сопровождаться контролем уровня частичных разрядов. Контроль уровня допускается выполнять с применением имеющихся в наличии электрического, акустического или высокочастотного методов измерений частичных разрядов. КРУЭ считается выдержавшим испытания, если в процессе испытаний отсутствовали пробои изоляции и не выявлены частичные разряды помимо уровня шума. В случае пробоя должно проводиться повторное испытание отремонтированного объема КРУЭ с контролем частичных разрядов.

10.7.18.4 Испытание на герметичность.

.1 испытания должны проводиться на КРУЭ, заполненном до номинального давления тем же газом и в тех же условиях, которые используются в эксплуатации.

Допустимое значение расхода элегаза на утечки – не более 0,5 % в год от общей массы элегаза.

Испытание на герметичность проводится с целью подтверждения того, что расход газа на утечки F не превышает нормированного изготовителем значения допустимого расхода газа на утечки F_p .

Таблица 10.7.18.4.1

Допустимый расход элегаза на утечки

Температура окружающей среды, °C	Допустимый расход на утечки, F_p
+40 и +50	3 F_p
20 ± 2	F_p
-5 / -10 / -15 / -25 / -30 / -40	3 F_p
-50	6 F_p
-60	10 F_p

.2 при контроле наличия утечки щупом течеискателя обследуются места уплотнений разъёмных соединений и сварных швов и уплотнений подвижных частей разъединителей заземлителей и выключателей. В необходимых случаях (множественные мелкие дефекты в сварных швах, неблагоприятные погодные условия и др.) допускается локализация предполагаемой зоны с неудовлетворительным показателем газоплотности укрывным материалом.

Контроль производится с помощью течеискателя с чувствительностью не менее 102 Па см³/с. Результат контроля считается удовлетворительным, если выходной прибор течеискателя не показывает утечки.

Контроль может производиться также с помощью стационарных непрерывных систем контроля (датчиков) или специальных тепловизоров.

10.7.18.5 Проверка содержания влаги в элегазе.

.1 проверке влагосодержания подлежит товарный элегаз в случае отсутствия сертификата изготовителя и бывший в употреблении элегаз, предназначенные для заполнения или дозаполнения газоизолированных отсеков КРУЭ. Массовая доля воды должна быть не более 0,0015 % (что соответствует точке росы минус 40 °С при атмосферном давлении) для элегаза изготовленного согласно стандарту МЭК 60480:2019. В случае предъявления изготовителем элегазового выключателя повышенных требований к качеству элегаза, по сравнению с указанными ТУ, влагосодержание такого элегаза должно соответствовать этим требованиям;

.2 влагосодержание элегаза, находящегося в отсеке КРУЭ подлежит измерению перед вводом КРУЭ в эксплуатацию (после проведения в необходимых случаях первоначального заполнения или дозаполнения КРУЭ элегазом или газовой смесью). Для предотвращения конденсации наибольшее допустимое содержание влаги внутри газоизолированных отсеков КРУЭ должно быть таким, чтобы точка росы была не выше, чем минус 5 °С для измерения при температуре плюс 20 °С и номинальном давлении элегаза. Соответствующая поправка должна быть сделана для измерения влагосодержания, выполненного при других температурах, если иная величина влагосодержания не предусмотрена изготовителем КРУЭ;

.3 при превышении норматива влагосодержания в элегазе, находящемся в газоизолированном отсеке КРУЭ, необходимо произвести откачку элегаза, осушку отсека и заполнение элегазом. Откачанный из отсека элегаз может быть восстановлен и использован в соответствии с указаниями производителей КРУЭ и рекомендаций стандарта МЭК 60480:2019.

Влагосодержание в элегазе, предназначенном для повторного применения, должно соответствовать требованиям стандарта МЭК 60480:2019.

10.7.18.6 Проверка срабатывания электроконтактного устройства приборов контроля плотности элегаза (газовой смеси).

.1 проверка срабатывания электроконтактного устройства приборов контроля плотности элегаза (газовой смеси) производится для каждой из групп контактов устройства при искусственном снижении, контролируемого прибором давления до величин предупредительной и аварийной сигнализации. Значения указанных величин должны определяться по показаниям контрольного манометра и в дальнейшем приведены к температуре плюс 20 °С. Полученные таким образом значения должны соответствовать нормативу, указанному в руководстве по эксплуатации КРУЭ.

10.7.18.7 Проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков КРУЭ контрольным манометром.

.1 проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков КРУЭ должна производиться контрольным манометром класса точности не ниже 0,6.

Измеренная величина давления, приведенная к температуре плюс 20 °С, находится в диапазоне, установленном изготовителем.

10.7.18.8 Проверка работы электромагнитной блокировки.

.1 электромагнитная блокировка включает в себя блокировку между высоковольтными аппаратами в пределах ячейки КРУЭ, блокировку от включенных заземлителей шин и блокировку от ручного управления высоковольтными (ВВ) аппаратами. Цепи блокировки собираются на вторичных контактах ВВ аппаратов в соответствии со схемами, предоставленными изготовителем КРУЭ. Проверка заключается в разрешении управления отдельным аппаратом при выполнении условий блокировки или запрете управления, если условия не выполнены. Проверка проводится для всех аппаратов КРУЭ.

10.7.18.9 Контроль и испытания на механическую работоспособность.

.1 проверка характеристик (зазоров в узлах приводов, ходов штоков исполнительных элементов приводов, степени сжатия пружин, и др.) производится в объеме и по нормам, указанным в эксплуатационной документации на КРУЭ.

10.7.18.10 Проверка отсутствия частичных разрядов.

.1 проверка отсутствия частичных разрядов производится по решению технического руководителя объекта размещения электрооборудования.

10.7.19 Испытания комплектных экранированных токопроводов 15—35 кВ.

10.7.19.1 Измерение сопротивления изоляции.

.1 измерение производится мегаомметром на напряжение 2500 В.

Сопротивление изоляции, измеренное при вводе токопровода в эксплуатацию, используется в качестве исходного для последующего контроля, проводимого при капитальном ремонте генераторов или КРУ.

10.7.19.2 Испытание изоляции токопровода повышенным напряжением частоты 50 Гц

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно.

Значение испытательного напряжения при отсоединенных обмотках генераторов и силовых трансформаторов принимается в соответствии с табл. 10.4.6.2.2-1. Для токопроводов с общим для всех трех фаз экраном испытательное напряжение прикладывается поочередно к каждой фазе токопровода при остальных фазах, соединенных с заземленным кожухом.

Продолжительность приложения испытательного напряжения - 1 мин.

10.7.19.3 Проверка качества выполнения соединений шин и экранов.

.1 проверка качества выполнения соединений шин токопроводов должна производиться в соответствии с требованиями инструкции изготовителя.

.2 проверка качества сварных соединений при монтаже токопроводов должна выполняться в соответствии с инструкцией по сварке алюминия или, при наличии соответствующей установки, методом рентгено- или гаммаскопии, или способом, рекомендованным изготовителем.

Швы сварных соединений шин и экранов должны отвечать следующим требованиям:

не допускаются трещины, прожоги, незаваренные кратеры и непровары, составляющие более 10 % длины шва при глубине более 15 % толщины свариваемого металла;

суммарное значение непровара, подрезов, газовых пор, окисных и вольфрамовых включений сварных шин и экранов из алюминия и его сплавов в каждом рассматриваемом сечении должно быть не более 15 % толщины свариваемого металла. В эксплуатации состояние сварных контактных соединений определяется визуально.

10.7.19.4 Проверка устройств искусственной вентиляции токопровода.

.1 проверка производится согласно инструкции изготовителя.

10.7.19.5 Проверка отсутствия короткозамкнутых контуров в токопроводах генераторного напряжения.

.1 проверка при вводе токопроводов в эксплуатацию и при капитальных ремонтах производится согласно табл. 10.7.19.5.1

Таблица 10.7.19.5.1

Критерии отсутствия короткозамкнутых контуров в токопроводах

Конструкция токопровода	Проверяемый узел	Критерий оценки состояния	Примечание
С непрерывными экранами	Изоляция экранов или коробов токопровода от корпуса трансформатора и генератора при: непрерывном воздушном зазоре (щели) между экранами токопровода и корпусом генератора;	Отсутствие металлического замыкания между экранами и корпусом генератора	При визуальном осмотре
	односторонней изоляции уплотнений экранов и коробов токопровода от корпуса трансформатора и генератора;	Целостность изоляционных втулок, отсутствие касания поверхностями экранов или коробов (в местах изолировки) корпусов трансформатора и генератора	При визуальном осмотре

Конструкция токопровода	Проверяемый узел	Критерий оценки состояния	Примечание
	двусторонней изоляции уплотнений съемных экранов и коробов токопровода, подсоединенных к корпусу трансформатора и генератора	Сопротивление изоляции съемного экрана или короба относительно корпуса трансформатора и генератора при демонтированных стяжных шпильках и заземляющих проводниках должно быть не менее 10 кОм	Измеряется мегаомметром на напряжение 500 — 1000 В
Секционированные	Изоляция резиновых компенсаторов экранов токопроводов от корпуса трансформатора и генератора	Зазор в свету между болтами соседних нажимных колец резинового компенсатора должен быть не менее 5 мм	При визуальном осмотре
	Изоляция резиновых уплотнений съемных и подвижных экранов	Сопротивление изоляции экрана относительно металлоконструкций при демонтированных стяжных шпильках должно быть не менее 10 кОм	Измеряется мегаомметром на напряжение 500 — 1000 В
Все типы с двухслойными прокладками станин экранов	Изоляционные прокладки станин экранов	Сопротивление изоляции прокладок относительно металлоконструкций должно быть не менее 10 кОм	1. Измеряется мегаомметром на напряжение 500 — 1000 В 2. Состояние изоляционных втулок болтов крепления станин проверяется визуально
Все типы	Междуфазные тяги разъединителей и заземлителей	Тяги должны иметь изоляционные вставки или другие элементы, исключающие образование короткозамкнутого контура	При визуальном осмотре

10.7.19.6 Контрольный анализ газа на содержание водорода из токопровода.

.1 при анализе проверяется содержание водорода в узлах его содержания. Содержание водорода в экранированных токопроводах, кожухах линейных и нулевых выводов должно быть менее 1 %.

10.7.19.7 Тепловизионный контроль.

.1 при контроле оценивается нагрев контактов и контактных соединений токоведущего контура. Тепловизионный контроль производится при наличии технической возможности.

10.7.19.8 Контроль частичных разрядов.

.1 контроль частичных разрядов производится по решению технического руководителя объекта с указанным электрооборудованием.

10.7.20 Испытания токопроводов элегазовых (ТЭ) 35—220 кВ.

10.7.20.1 Измерение сопротивления изоляции главной цепи.

.1 измерения производятся мегаомметром на напряжение 2500 В.

Соппротивление изоляции должно быть не ниже значений, приведенных в табл. 10.7.5.9.1.2.

10.7.20.2 Измерения сопротивления главной цепи.

.1 измерения должны проводиться в соответствии со схемой измерения сопротивления главной токовой цепи, приведённой изготовителем в эксплуатационной документации на токопроводы элегазовые.

Измеренное сопротивление не должно превышать максимальных значений, допустимых при приемо-сдаточных испытаниях.

10.7.20.3 Испытания электрической прочности изоляции напряжением частоты 50 Гц.

.1 изоляция главных цепей токопроводов элегазовых должна подвергаться высоковольтным испытаниям переменным напряжением после монтажа или ремонта, затрагивающего изоляцию главных цепей. Испытания проводятся при номинальном давлении элегаза (смеси). Испытаниям подлежат все вновь вводимые или отремонтированные ячейки. Испытания проводятся с помощью испытательных установок переменного напряжения промышленной частоты или резонансного типа. Допускается выполнение испытаний переменным напряжением частотой до 400 Гц. Величина и порядок приложения испытательного напряжения, этапы и очередность испытания ячеек определяются технической программой испытаний, составляемой с учетом требований изготовителей оборудования. Секции, которые в этих случаях не подвергаются испытаниям, отделенные от испытываемой части выключателем или разъединителем, должны быть заземлены;

.2 допускается выполнение испытаний токопроводов после завершения ремонтно-восстановительных работ пониженной, по отношению к одноминутному нормированному, величиной испытательного напряжения, согласованной с техническим руководителем субъекта электроэнергетики. Испытания должны сопровождаться контролем уровня частичных разрядов. Контроль уровня допускается выполнять с применением имеющихся в наличии электрического, акустического или высокочастотного методов измерений частичных разрядов. Токопровод считается выдержавшим испытания, если в процессе испытаний отсутствовали пробои изоляции и не выявлены частичные разряды помимо уровня шума. В случае пробоя должно проводиться повторное испытание отремонтированного объема ТЭ с контролем частичных разрядов.

10.7.20.4 Контроль герметичности оболочек.

.1 испытания должны проводиться на токопроводах элегазовых, заполненном до номинального давления тем же газом и в тех же условиях, которые используются в эксплуатации.

Контроль производится с помощью течеискателя с чувствительностью не менее 10^2 Па см³/с. Щупом течеискателя обследуются места уплотнений стыковых соединений и сварных швов оболочки. Результат контроля считается удовлетворительным, если выходной прибор течеискателя не показывает утечки.

Допустимое значение расхода элегаза на утечки – не более 1 % в год от общей массы элегаза.

Контроль может производиться также с помощью стационарных непрерывных систем контроля (датчиков) или специальных тепловизоров.

10.7.20.5 Проверка содержания влаги в элегазе.

.1 проверке влагосодержания подлежит товарный элегаз в случае отсутствия сертификата изготовителя и бывший в употреблении элегаз, предназначенные для заполнения или дозаполнения газоизолированных отсеков ТЭ. Массовая доля воды должна быть не более 0,0015 % (что соответствует точке росы минус 40 °С при атмосферном давлении) для элегаза изготовленного согласно стандарту МЭК 60480:2019. В случае предъявления изготовителем элегазового выключателя повышенных требований к качеству элегаза, по сравнению с указанными требованиями, влагосодержание такого элегаза должно соответствовать этим требованиям;

.2 влагосодержание элегаза, находящегося в отсеке ТЭ подлежит измерению перед вводом ТЭ в эксплуатацию (после проведения в необходимых случаях первоначального заполнения или дозаполнения ТЭ элегазом или газовой смесью). Для предотвращения конденсации наибольшее допустимое содержание влаги внутри

газоизолированных отсеков ТЭ должно быть таким, чтобы точка росы была не выше, чем минус 5 °С для измерения при температуре плюс 20 °С и номинальном давлении элегаза. Соответствующая поправка должна быть сделана для измерения влагосодержания, выполненного при других температурах, если иная величина влагосодержания не предусмотрена изготовителем ТЭ.

При превышении норматива влагосодержания в элегазе, находящемся в газоизолированном отсеке ТЭ, необходимо произвести откачку элегаза, осушку отсека и заполнение элегазом. Откачанный из отсека элегаз может быть восстановлен и использован в соответствии с указаниями производителей ТЭ и стандарта МЭК 60480-2019.

Влагосодержание в элегазе, предназначенном для повторного применения, должно соответствовать требованиям стандарта МЭК 60480-2019.

10.7.20.6 Проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков ТЭ контрольным манометром.

.1 проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков ТЭ должна производиться контрольным манометром класса точности не ниже 0,6.

Измеренная величина давления, приведенная к температуре плюс 20 °С, должна находиться в диапазоне, установленном изготовителем.

10.7.20.7 Контроль отсутствия частичных разрядов.

.1 контроль отсутствия частичных разрядов производится по решению технического руководителя объекта с указанным электрооборудованием.

10.7.21 Испытания токопроводов с литой (твердой) изоляцией на напряжение 15–35 кВ.

10.7.21.1 Общие указания.

.1 испытания производятся в объеме, указанном в 10.7.19 — 10.7.19.3;

.2 контроль частичных разрядов.

10.7.21.2 Контроль частичных разрядов производится по решению технического руководителя объекта с указанным электрооборудованием.

10.7.21.3 Тепловизионный контроль.

.1 тепловизионный контроль производится при наличии технической возможности.

10.7.22 Испытания сборных и соединительных шин, жесткой ошиновки.

10.7.22.1 Измерение сопротивления изоляции подвесных и опорных фарфоровых изоляторов.

.1 измерение производится мегаомметром на напряжение 2500 В только при положительной температуре окружающего воздуха.

При монтаже изоляторов сопротивление изоляции измеряется непосредственно перед установкой изоляторов.

Сопротивление каждого изолятора или каждого элемента многоэлементного изолятора должно быть не менее 300 МОм.

10.7.22.2 Испытание изоляции шин повышенным напряжением частоты 50 Гц.

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно.

Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с табл. 10.4.6.2.1-2.

.2 вновь устанавливаемые многоэлементные или подвесные изоляторы должны испытываться повышенным напряжением 50 кВ частоты 50 Гц, прикладываемым к каждому элементу изолятора.

Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

10.7.22.3 Проверка состояния вводов, опорных и проходных изоляторов.

.1 производится в соответствии с положениями 10.7.25.

10.7.22.4 Тепловизионный контроль.

.1 тепловизионный контроль производится при наличии технической возможности.

10.7.23 Испытания токоограничивающих сухих реакторов.

10.7.23.1 Измерение сопротивления изоляции обмоток относительно болтов крепления.

.1 измерение производится мегаомметром на напряжение 1000—2500 В. Значение сопротивления изоляции вновь вводимых в эксплуатацию реакторов должно быть не менее 0,5 МОм и составлять не менее 0,1 МОм в процессе эксплуатации.

10.7.23.2 Испытание опорных изоляторов реактора повышенным напряжением частоты 50 Гц.

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно. Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с табл. 10.4.6.2.1-2.

Испытание опорных изоляторов реакторов повышенным напряжением частоты 50 Гц может производиться совместно с изоляторами ошиновки ячейки.

Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

10.7.24 Испытания вентильных разрядников и ограничителей перенапряжений (ОПН).

10.7.24.1 Общие указания.

.1 испытания ограничителей перенапряжений, не указанных в настоящем разделе, следует проводить в соответствии с инструкцией по эксплуатации изготовителя.

10.7.24.2 Измерение сопротивления разрядников и ограничителей перенапряжения.

.1 измерение проводится:

на разрядниках и ОПН с номинальным напряжением менее 3 кВ — мегаомметром на напряжение 1000 В;

на разрядниках и ОПН с номинальным напряжением 3 кВ и выше — мегаомметром на напряжение 2500 В;

.2 измерение сопротивления проводится перед включением в работу и при выводе в плановый ремонт оборудования, к которому подключены защитные аппараты, но не реже 1 раза в 6 лет для разрядников и ОПН;

.3 сопротивление разрядников типов РВП, РВО, GZ должно быть не менее 1000 МОм, а для РВН должно соответствовать требованиям изготовителя.

Сопротивление элементов разрядников типа РВС должно соответствовать требованиям инструкции изготовителя. Сопротивление элементов разрядников типов РВМ, РВРД, РВМГ, РВМК должно соответствовать значениям, указанным в табл. 10.7.24.2.3.

Сопротивление имитатора пропускной способности измеряется мегаомметром на напряжение 1000 В. Значение измеренного сопротивления не должно отличаться более чем на 50 % от результатов измерений изготовителя или предыдущих измерений в эксплуатации;

Таблица 10.7.24.2.3

Значение сопротивлений вентильных разрядников

Тип разрядника или элемента	Сопротивление, МОм		Допустимые изменения в эксплуатации по сравнению с данными изготовителя или данными первоначальных измерений
	не менее	не более	
РВМ-15	600	2000	± 30 %
РВМ-20	1000	10000	
РВМ-35 (2-х элементный)	600	2000	
Элемент разрядника РВМГ			± 60 %
110М	400	2500	
150М	400	2500	
220М	400	2500	

.4 сопротивление изоляции изолирующих оснований разрядников с регистраторами срабатывания измеряется мегаомметром на напряжение 1000—2500 В. Значение измеренного сопротивления изоляции должно быть не менее 1 МОм;

.5 сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением 3—35 кВ должно соответствовать требованиям инструкций изготовителей;

.6 сопротивление ограничителей перенапряжений с номинальным напряжением 110 кВ и выше должно быть не менее 3000 МОм (если другая норма не указана в инструкции изготовителя) и не должно отличаться более чем на ± 30 % от данных, приведенных в паспорте или полученных в результате предыдущих измерений в эксплуатации;

.7 измерение тока проводимости вентильных разрядников при выпрямленном напряжении:

.7.1 измерение проводится у разрядников с шунтирующими резисторами перед вводом в работу, а у разрядников с магнитным гашением дуги дополнительно не реже 1 раза в 6 лет. Внеочередное измерение тока проводимости проводится для окончательной оценки состояния разрядника в случае, когда при измерении мегаомметром обнаружено изменение сопротивления на величину более указанной в 10.7.24.2.3.

Значения допустимых токов проводимости вентильных разрядников приведены в табл. 10.7.24.2.7.1.

Таблица 10.7.24.2.7.1

**Допустимые токи проводимости вентильных разрядников
при выпрямленном напряжении**

Тип разрядника или элемента	Испытательное выпрямленное напряжение, кВ	Ток проводимости при температуре разрядника 20 °С, мкА	
		не менее	не более
PBC-15	16	200	340
PBC-20	20	200	340
PBC-33	32	450	620
PBC-35	32	200	340
PBM-15	18	500	70
PBM-20	28	500	700
PBЭ-25М	28	400	650
PBMЭ-25	32	450	600
Элемент разрядника РВМГ-110М, 150М, 220М	30	1000	1350

Примечание. Для приведения токов проводимости разрядников к температуре плюс 20 °С следует внести поправку, равную 3 % на каждые 10 градусов отклонения (при температуре больше 20 °С поправка отрицательная).

.8 измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений.

.8.1 измерение тока проводимости ограничителей перенапряжений производится:
Перед вводом в эксплуатацию:

для ограничителей класса напряжения 15—110 кВ при приложении наибольшего длительно допустимого фазного напряжения;

для ограничителей класса напряжения 150, 220¹ кВ при напряжении 100 кВ частоты 50 Гц.

В процессе эксплуатации:

для ограничителей класса напряжения 35 кВ 1 раз в 4 года;

для ограничителей класса напряжения 110 кВ и выше без отключения от сети 1 раз в год перед грозовым сезоном;

для ограничителей, установленных в нейтрали трансформатора 110 кВ, при выводе его из работы, но не реже 1 раза в 6 лет;

для ограничителей класса напряжения 110 кВ и выше при выводе из работы на срок более 1 мес.

.8.2 методика проведения измерения тока проводимости, а также его предельные значения, при которых ограничитель выводится из работы, указаны в инструкции изготовителя.

.9 тепловизионный контроль вентильных разрядников и ограничителей перенапряжений;

¹ Для ограничителей перенапряжения 220 кВ допускается измерять ток проводимости при напряжении 75 кВ частоты 50 Гц.

.9.1 производится у вентильных разрядников с шунтирующими сопротивлениями и ограничителей перенапряжений при наличии технической возможности.

При межремонтных испытаниях в случае удовлетворительных результатов тепловизионного контроля проверка состояния вентильных разрядников и ограничителей напряжения согласно 10.7.24.2.2 — 10.7.24.2.4 может не проводиться;

.10 проверка герметичности разрядников:

.10.1 проверка герметичности производится в случае проведения капитального ремонта разрядника со вскрытием. Проверка производится при разрежении 300 — 400 мм рт.ст. Изменение давления при перекрытом вентиле за 1 — 2 ч не должно превышать 0,5 мм рт.ст.

10.7.25 Испытания вводов и проходных изоляторов.

10.7.25.1 Общие указания.

.1 испытания вводов 35 — 750 кВ с RIP, RBP, RIN изоляцией производятся по методике изготовителя. Нормируемые параметры и сроки испытаний в соответствии с паспортами и инструкциями изготовителя.

10.7.25.2 Измерение сопротивления изоляции.

.1 производится измерение сопротивления изоляции измерительного конденсатора ПИН (C_2) мегаомметром на 2500 В, а последних слоев изоляции (C_3) мегаомметром на напряжение 2500 В, если нет других указаний изготовителя.

Значения сопротивления изоляции при вводе в эксплуатацию должны быть не менее 1000 МОм, в процессе эксплуатации - не менее 500 МОм;

.2 периодичность измерений для вводов 110-220 кВ—1 раз в 4 года.

Для вводов с твердой изоляцией, измерения сопротивления изоляции производится по рекомендациям инструкции изготовителя.

Измерение сопротивления изоляции вводов трансформаторов следует проводить с учетом требований 10.7.2.6.7.

10.7.25.3 Измерение $\tan \delta$ и емкости изоляции.

.1 производится измерение $\tan \delta$ и емкости:

основной изоляции вводов при напряжении 10 кВ;

изоляции измерительного конденсатора ПИН (C_2) или (и) последних слоев изоляции (C_3) при напряжении 5 кВ, если изготовителем не запрещается измерение C_3 ;

измерение C_3 и $\tan \delta_3$ для RIP изоляции во избежание повреждения ввода не производится.

Предельные значения $\tan \delta$ приведены в табл. 10.7.25.3.1;

.2 предельное увеличение емкости основной изоляции составляет 5 % измеренного при вводе в эксплуатацию.

В процессе эксплуатации устанавливается следующая периодичность проведения измерений для вводов:

35 кВ — при проведении ремонтных работ на выключателях, где они установлены;

110—220 кВ — через 1 год после ввода в эксплуатацию, далее 1 раз в 4 года.

Таблица 10.7.25.3.1

Предельные значения $\tan \delta$ вводов

Тип и зона изоляции ввода	Предельные значения $\tan \delta$, %, для вводов номинальным напряжением, кВ		
	35	110 — 150	220
Бумажно-масляная изоляция ввода: - основная изоляция (C_1) и изоляция конденсатора ПИН (C_2); - последние слои изоляции (C_3).	—	0,7/1,5	0,6/1,2
	-	1,2/3,0	1,0/2,0
Твердая изоляция ввода с масляным заполнением*: - основная изоляция (C_1).	1,0/1,5	1,0/1,5	—
Бумажно-бакелитовая изоляция ввода с мастичным заполнением: - основная изоляция (C_1)	3,0/9,0	—	—

Тип и зона изоляции ввода	Предельные значения tgδ, %, для вводов номинальным напряжением, кВ		
	35	110 — 150	220
RIP – изоляция вводов ¹ - основная изоляция (C1)	1/1,2	0,7/1,2	

¹ Согласно документации изготовителя.

1. В числителе указаны значения tgδ изоляции при вводе в эксплуатацию, в знаменателе - в процессе эксплуатации.

2. Уменьшение tgδ основной изоляции герметичного ввода по сравнению с результатами предыдущих измерений на Δtgδ(%) ≥ 0,3 является показанием для проведения дополнительных испытаний, с целью определения причин снижения tgδ. Для твердой изоляции предельное значение tgδ₁ не должно быть ниже 0,25 %, а в случае резкого роста tgδ₁ более чем на 0,2 % за год необходима консультация изготовителя.

3. Нормируются значения tgδ, приведенные к температуре 20 °С. Приведение производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации вводов.

4. Знак «-» означает отсутствие предельного значения.

10.7.25.4 Испытание повышенным напряжением частоты 50 Гц.

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно. Значение испытательного напряжения для проходных изоляторов и вводов, испытываемых отдельно или после установки на оборудование, принимается в соответствии с табл. 10.4.6.10.7.1;

.2 испытание вводов, установленных на силовых трансформаторах, производится совместно с испытанием обмоток этих трансформаторов. Значение испытательного напряжения принимается в соответствии с табл. 10.4.6.10.7.1.

Продолжительность приложения испытательного напряжения - 1 мин.

10.7.25.5 Испытание избыточным давлением.

.1 испытание избыточным давлением производится на негерметичных маслonaполненных вводах напряжением 110 кВ и выше избыточным давлением масла 0,1 МПа с целью проверки уплотнений.

Продолжительность испытания 30 мин. Допускается снижение давления за время испытаний не более 5 кПа.

10.7.25.6 Испытание масла из вводов.

.1 при вводе в эксплуатацию вводов масло должно быть испытано в соответствии с соответствующими требованиями к нему;

.2 определение физико-химических характеристик масла из негерметичных вводов производится:

для вводов 110 — 220 кВ — 1 раз в 4 года;

.3 необходимость проведения хроматографического анализа растворенных в масле газов (ХАРГ) определяется техническим руководителем субъекта электроэнергетики по совокупности результатов испытаний ввода. Оценка результатов — в соответствии с рекомендациями изготовителя и архивными материалами технического диагностирования состояния вводов.

10.7.25.7 Проверка манометра.

.1 у герметичных вводов проверка манометра заключается в замене на поверенный манометр. Замена осуществляется в срок не превышающий межповерочный интервал.

10.7.25.8 Контроль изоляции под рабочим напряжением.

.1 контроль изоляции вводов под рабочим напряжением рекомендуется производить у всех вводов конденсаторного типа 110 — 220 кВ с бумажно-масляной изоляцией, установленных на трансформаторах с номинальным напряжением 110 кВ и выше, установленных на ответственных объектах.

Для вводов, контролируемых под напряжением, контроль в соответствии с 10.7.25.1, 10.7.25.2 (кроме измерения сопротивления изоляции и $\text{tg}\delta$ зоны C3) и 10.7.25.5 в эксплуатации может производиться только при получении неудовлетворительных результатов испытаний согласно 10.7.25.7.

Контролируемые параметры: изменение тангенса угла диэлектрических потерь ($\Delta\text{tg}\delta$) и емкости ($\Delta\text{C}/\text{C}$) основной изоляции. Изменение значений контролируемых

параметров определяется как разность результатов очередных измерений и измерений при выпуске изготовителем;

.2 при отклонении значения $\tan\delta$ от данных изготовителя на 0,3 % и более выполнить измерения на $U_{исп} = 10$ кВ. При сохранении разницы выполнить ХАРГ. Предельное значение увеличения емкости изоляции составляет 5 % значения, измеренного при вводе в работу системы контроля под напряжением. Периодичность контроля вводов под рабочим напряжением 2 раза в год. Одно из измерений может быть выполнено и при отрицательной температуре.

Т а б л и ц а 10.7.25.8

Предельные значения $ \Delta \tan\delta $ и $\Delta Y/Y$		
Класс напряжения, кВ	Предельные значения параметров, %, $ \Delta \tan\delta $ и $\Delta Y/Y$	
	при периодическом контроле	при непрерывном контроле
110 — 220	2,0	3,0

П р и м е ч а н и е . Уменьшение значения $\Delta \tan\delta$ основной изоляции герметичного ввода по сравнению с результатами предыдущих измерений на $\Delta \tan\delta$ (%) $\geq 0,3$ является показанием для проведения дополнительных испытаний, с целью определения причин снижения $\Delta \tan\delta$.

10.7.25.9 Проверка целостности изоляции

.1 при выявлении сколов и трещин фарфора, трещин в армировочных швах по решению технического руководителя субъекта электроэнергетики должен проводиться виброакустический контроль поврежденных вводов и проходных изоляторов.

10.7.25.10 Тепловизионное обследование.

.1 тепловизионный контроль вводов при наличии технической возможности.

10.7.25.11 Контроль частичных разрядов.

.1 измерение уровня частичных разрядов на вводах и проходных изоляторах на напряжение 110 кВ и выше производится по решению технического руководителя субъекта электроэнергетики.

10.7.25.12 Комплексное диагностическое обследование.

.1 комплексное диагностическое обследование (КДО) вводов генераторных выключателей, всех выключателей и силовых трансформаторов напряжением 110 кВ и выше проводится при КДО указанного силового оборудования.

Комплексное диагностическое обследование вводов проводится в объеме испытаний и измерений настоящего раздела.

10.7.26 Испытания предохранителей, предохранителей-разъединителей напряжением 15—35 кВ.

10.7.26.1 Испытание опорной изоляции повышенным напряжением частоты 50 Гц.

.1 испытание проводится на оборудовании напряжением до 35 кВ включительно. Значение испытательного напряжения опорной изоляции предохранителя, предохранителя-разъединителя принимается в соответствии с табл. 10.4.6.18.1.

Продолжительность приложения испытательного напряжения — 1 мин.

10.7.26.2 Проверка целостности плавкой вставки предохранителя.

.1 проверяются:

омметром — целостность плавкой вставки;

визуально — наличие калибровки на патроне.

10.7.26.3 Измерение сопротивления постоянному току токоведущей части патрона предохранителя-разъединителя.

.1 измеренное значение сопротивления должно соответствовать значению номинального тока в калибровке на патроне.

10.7.26.4 Измерение контактного нажатия в разъёмных контактах предохранителя-разъединителя.

.1 измеренное значение контактного нажатия должно соответствовать данным изготовителя.

10.7.26.5 Проверка состояния дугогасительной части патрона предохранителя-разъединителя.

.1 измеряется внутренний диаметр дугогасительной части патрона предохранителя-разъединителя. Измеренное значение диаметра внутренней дугогасительной части патрона должно соответствовать данным изготовителя.

10.7.26.6 Проверка работы предохранителя-разъединителя.

.1 выполняется 5 циклов операций включения и отключения предохранителя-разъединителя.

Выполнение каждой операции должно быть успешным с одной попытки.

10.7.26.7 Тепловизионный контроль

.1 производится при наличии технической возможности.

10.7.27 Испытание силовых кабельных линий напряжением от 15 до 220 кВ.

Для силовых кабельных линий (КЛ) напряжением от 15 до 220 кВ для подтверждения качества и правильности монтажа КЛ, определения технических характеристик КЛ должны проводиться следующие испытания:

переменным напряжением, форма волны синусоидальная, а частота — в диапазоне 20 —300 Гц, уровень испытательного напряжения согласно табл. 10.7.27.7.1.3, или номинальным рабочим напряжением линии в течение 24 часов без нагрузки;

определение целостности жил кабелей и фазировки жил и экранов КЛ производится в эксплуатации после окончания монтажа, монтажа муфт или отсоединения жил кабелей;

определение сопротивления жил кабеля;

определение электрической рабочей емкости кабелей;

измерение распределения тока по одножильным кабелям и экранам;

проверка заземляющего устройства (измерение сопротивления заземления);

испытание оболочки кабелей постоянным напряжением;

измерение характеристик частичных разрядов;

тепловизионное обследование концевых муфт и кабельных вводов в КРУЭ (для КЛ 35—220 кВ);

измерение тангенса угла диэлектрических потерь;

проверка целостности оптоволокну (по требованию Заказчика может проводится также непосредственно после прокладки строительных длин кабелей, до монтажа соединительных и концевых муфт).

Электрические испытания КЛ после прокладки проводят после завершения монтажа КЛ.

10.7.27.1 Испытание изоляции кабелей повышенным выпрямленным напряжением.

.1 для кабелей на напряжение до 3—35 кВ с пластмассовой изоляцией длительность приложения полного испытательного напряжения составляет 10 мин, а при установившемся производстве—5 мин.

.2 для кабелей на напряжение 35—220 кВ длительность приложения полного испытательного напряжения составляет 15 минут.

.3 допустимые токи утечки в зависимости от испытательного напряжения и допустимые значения коэффициента асимметрии при измерении тока утечки приведены в табл. 10.7.27.1.3.

Абсолютное значение тока утечки не является браковочным показателем.

Кабели с удовлетворительной изоляцией должны иметь стабильные значения токов утечки. При проведении испытания ток утечки должен уменьшаться. Если не происходит уменьшения значения тока утечки, а также при его увеличении или нестабильности тока испытание производить до выявления дефекта, но не более чем 15 мин.

Таблица 10.7.27.1.3
Токи утечки и коэффициенты асимметрии для силовых кабелей

Кабели напряжением, кВ	Испытательное напряжение, кВ	Допустимое значение токов утечки, мА	Допустимые значения коэффициента асимметрии ($I_{\text{MAX}}/I_{\text{MIN}}$)
20-34	100	1,5	10
35-109	175	2,5	10
110-149	285	не нормируется	не нормируется
150-219	347	не нормируется	не нормируется
220	510	не нормируется	не нормируется

.4 допускается, при согласовании с производителем кабелей, проводить испытания напряжением переменного тока частоты 50 Гц взамен испытания выпрямленным напряжением для кабелей уровня напряжения 110-220 кВ. В данном случае испытания должны проводиться напряжением $(1,00-1,73) \cdot U_{ном}$, а время проведения испытания должно быть согласовано с предприятием изготовителем.

10.7.27.2 Определение целостности жил кабелей и фазировка кабельных линий.

.1 испытания производится после окончания монтажа, перемонтажа муфт или отсоединения жил кабеля;

10.7.27.3 Определение сопротивления жил кабеля.

.1 испытания производятся для линий на напряжение 20 кВ и выше. Сопротивление жил кабелей постоянному току, приведенное к удельному значению (на 1 мм² сечения, 1 м длины, при температуре 20 °С), должно быть не более 0,01793 Ом для медной и 0,0294 Ом для алюминиевой жил. Измеренное сопротивление (приведенное к удельному значению) может отличаться от указанных значений не более чем на 5 %.

10.7.27.4 Определение электрической рабочей емкости кабелей.

.1 определение производится для кабельной линии на напряжение 20 кВ и выше. У кабелей из сшитого полиэтилена данное испытание не проводится. Измеренная емкость, приведенная к удельному значению (на 1 м длины), должна отличаться от значений при заводских испытаниях не более чем на 5 %.

10.7.27.5 Измерение токораспределения по одножильным кабелям.

.1 неравномерность распределения токов по токопроводящим жилам и оболочкам (экранам) кабелей не должна быть более 10 %. Контроль производится при параллельном соединении в одной фазе 2-х и более кабелей.

10.7.27.6 Проверка заземляющего устройства.

.1 на линиях напряжений 15 — 220 кВ измеряются переходные сопротивления заземления концевых муфт и заделок относительно брони (экрана) КЛ и ЗУ электроустановки к которой подключена кабельная линия. Производится измерение переходных сопротивлений (при исправном состоянии контактного соединения сопротивление не превышает 0,05 Ом).

.2 в эксплуатации переходные сопротивления заземления измеряются при капитальном ремонте заземляющих устройств, а целостность металлической связи между заземлителями кабельных линий на напряжение 110 кВ и выше и нейтралью трансформатора — 1 раз в 3 года. Проверка производится путем простукивания мест соединений молотком и осмотра для выявления обрывов и других дефектов.

10.7.27.7 Испытание кабелей с изоляцией из СПЭ напряжением 110-220 кВ повышенным переменным напряжением.

.1 испытания осуществляются согласно стандарту МЭК 60840:2017 и МЭК 62067:2011.

.2 испытания повышенным напряжением частотой 20 — 300 Гц проводятся при наличии резонансной высоковольтной испытательной установки. Продолжительность приложения испытательного напряжения — 60 мин.

**Величина испытательного переменного напряжения для КЛ
напряжением 35 — 220 кВ с изоляцией из СПЭ**

Класс напряжения, кВ	Уровень испытательного напряжения, кВ	
	приемка в эксплуатацию	в процессе эксплуатации
35 — 47 (Стандарт МЭК 60840:2017)	52 кВ	52 кВ независимо от срока эксплуатации
47,1-69(Стандарт МЭК 60840:2017)	72 кВ	72 кВ независимо от срока эксплуатации
69,1-115 (Стандарт МЭК 60840:2017)	128 кВ	128 кВ независимо от срока эксплуатации
115,1-138 (Стандарт МЭК 60840:2017)	152 кВ	132 кВ независимо от срока эксплуатации
138,1-161 (Стандарт МЭК 60840:2017)	174 кВ	150 кВ независимо от срока эксплуатации
161,1-220 (Стандарт МЭК 62067:2011)	180 кВ	180 для кабелей со сроком эксплуатации до 5 лет; 152 для кабелей со сроком эксплуатации более 5 лет

10.7.27.8 Контроль состояния муфт методом измерения и локализации частичных разрядов.

.1 контроль проводится на КЛ 110 кВ и выше с пластмассовой изоляцией при вводе в эксплуатацию, далее по решению технического руководителя субъекта электроэнергетики в зависимости от результатов последних измерений ЧР и тепловизионного контроля.

10.7.27.9 Тепловизионный контроль.

.1 в процессе эксплуатации тепловизионный контроль проводится:

на КЛ 35 кВ и ниже — не реже 1 раз в 3 года вместе с электрооборудованием распределительных устройств (при условии возможности проведения телевизионного контроля КЛ под нагрузкой);

на КЛ 110-220 кВ — не реже 1 раза в 2 года вместе с электрооборудованием распределительных устройств;

.2 внеочередной тепловизионный контроль КЛ проводится при выявлении признаков развивающегося дефекта другими методами контроля (ЧР, tgδ, ток в заземлителе экрана и др.). Температура защитной оболочки кабелей, на которых смонтирована система температурного контроля, должна контролироваться при приемке смены дежурным оперативным персоналом объекта каждую смену. На объектах без постоянного дежурного персонала - не реже 1 раза в месяц.».

12 **Таблица 10.8.4-1** заменяется следующей:

«Таблица 10.8.4-1

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Испытание при повышенной частоте вращения ¹	Измерение биения коллектора (контактных колец), проверка осевого разбега ротора (якоря)	Испытание электрической прочности межвитковой изоляции	Проверка в действии при номинальных параметрах и кратковременной перегрузке по току	Проверка действия блокировок, защиты, сигнализации	Прочие специфические проверки и испытания
Электрические машины ²	+ ^{3,4}	+ ⁵	+ ⁶	+	+ ⁷	+	+ ⁸

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Испытание при повышенной частоте вращения ¹	Измерение биения коллектора (контактных колец), проверка осевого разбега ротора (якоря)	Испытание электрической прочности межвитковой изоляции	Проверка в действии при номинальных параметрах и кратковременной перегрузке по току	Проверка действия блокировок, защиты, сигнализации	Прочие специфические проверки и испытания
Электромагнитные муфты	+ ^{3,4}	+	+ ⁶	+	+	-	-
Трансформаторы, токоограничивающие и шунтирующие реакторы	+	-	-	+	+ ⁷	+	+ ⁹
Статические преобразователи	+	-	-	+ ¹⁰	+	+ ¹¹	+ ¹²
¹ Проводится до испытаний изоляции. ² Генераторы синхронные и постоянного тока, двигатели асинхронные и постоянного тока, преобразователи, электромашинные усилители. ³ При необходимости (для крупных изделий) с измерением воздушных зазоров, проверкой документов по балансировке, по испытаниям систем водяного охлаждения на плотность и прочность. ⁴ При массовом производстве машин мощностью до 5 кВт испытание электрической прочности изоляции допускается проводить в течение 1 с напряжением, равным 1,2 полного нормированного испытательного напряжения. ⁵ От испытаний освобождаются асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором. ⁶ Относятся к крупным изделиям. У двигателей и муфт гребных установок должны также измеряться биения концов вала. ⁷ Для машин переменного тока и трансформаторов проверка может быть заменена опытами холостого хода и короткого замыкания. ⁸ Проверка коммутации коллекторных машин при номинальной нагрузке и кратковременной перегрузке по току, проверка пределов изменения уставки напряжения генераторов со статической системой возбуждения, опробование электрического подогрева машины, измерение электрического напряжения между изолированным стояком подшипника и фундаментом, а также между концами вала таких машин. ⁹ У трансформаторов с негорючим жидким диэлектриком – испытание бака на плотность и испытание пробы диэлектрика из бака. ¹⁰ Относится к трансформаторам преобразования, не проходившим такого испытания. ¹¹ Проверка действия защиты от перегрузки и короткого замыкания. ¹² Проверка работы при набросах и сбросах нагрузки, проверка работы аппаратуры управления, фильтра.							

«Таблица 10.8.4-2

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Проверка работы приводов и указателей коммутационного положения	Проверка действия блокировок	Проверка настройки и действия элементов (расцепителей, встроенных реле и др.)	Проверка величины электрического сопротивления	Проверка функционирования	Прочие специфические проверки и испытания
Выключатели автоматические	+	+	+	+	-	-	-
Выключатели, переключатели, разъединители, кнопочные выключатели	+	-	-	-	+ ¹	-	-
Предохранители, предохранители-разъединители	+	-	-	-	+ ¹	-	+ ²
Контакты, контактные реле	+	-	-	-	-	-	+ ³
Пускатели, контроллеры	+	-	+	+	-	+	-
Реостаты	+	+	-	+	+	-	-
Резисторы в ящиках	+	-	-	-	+	-	-
Магнитные усилители, аппараты, блоки и модули с бесконтактными элементами	+	-	-	-	-	+	-
Реакторы, дроссели	+	-	-	-	+ ⁴	-	-
Устройства защиты генераторов	+	-	+	+	-	+	-
Электро-измерительные приборы (щитовые)	+	-	-	-	-	+ ⁵	+ ⁶
Электрические щиты и пульты	+	+	-	-	-	+ ⁷	-
Комплектные распределительные устройства до 35 кВ	+	+	+	-	+	+ ⁷	+ ⁸
Комплектные распределительные устройства элегазовые 35 — 220 кВ	+	+	+	-	+	+ ⁷	+ ⁹
ОПН, вентильные разрядники	+	-	-	-	-	-	+ ¹⁰
Изоляторы, вводы	+	-	-	-	-	-	+ ¹¹
Аппараты и устройства внутренней связи и сигнализации	+	-	-	-	-	+	-
Приборы контроля управления судном ¹²	+	-	-	-	-	+	+ ¹³

Изделия	Испытания и проверки в соответствии с 10.8.2 и 10.8.3	Проверка работы приводов и указателей коммутационного положения	Проверка действия блокировок	Проверка настройки и действия элементов (расцепителей, встроенных реле и др.)	Проверка величины электрического сопротивления	Проверка функционирования	Прочие специфические проверки и испытания
Электро-нагревательные и отопительные приборы	+	-	-	-	-	-	+ ¹⁴
Светильники	+	-	-	-	-	-	-
Шинопроводы	+	+	-	-	-	-	-
Токопроводы экранированные, с литой изоляцией	+	+	-	-	-	-	+ ¹⁵
Токопроводы элегазовые	+	+	-	-	+	-	+ ¹⁶
¹ Относится к плавким вставкам, проводится периодически выборочно. ² Испытание на максимальный ток неплавления и минимальный ток плавления. Проводится периодически выборочно. ³ Проверка растворов, провалов и нажатий контактов. Проверка параметров срабатывания. ⁴ Измеряется индуктивное сопротивление. ⁵ Проводится при наклонах приборов. Периодически должен осуществляться выборочный контроль работы при температурах окружающего воздуха выше 25 °С; при механических воздействиях (в сокращенном объеме по сравнению с испытаниями головных образцов): при предельных допустимых отклонениях напряжения и частоты от номинальных значений. ⁶ Определение основной погрешности и вариации. ⁷ Относится к цепям управления, контроля, сигнализации. ⁸ Контроль герметичности оболочек, проверка содержания влаги в элегазе, проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков контрольным манометром ⁹ Измерение тока проводимости, проверка герметичности. ¹⁰ Измерение емкости изоляции, испытание избыточным давлением, испытание масла из вводов в соответствующих видах оборудования. ¹¹ Проверка соосности и величины вхождения подвижных контактов в неподвижные, контроль сборных шин, контроль контактов. ¹² Датчики (тахогенераторы) и указатели тахометров гребных валов должны дополнительно испытываться как электрические машины и электроизмерительные приборы соответственно. ¹³ Проверка точности показаний указателей. ¹⁴ Испытание на плотность и прочность (или проверка документов, если такие испытания проводятся в процессе производства) подогревателей топлива и масла, а также изделий, работающих или могущих оказаться под давлением водяного пара, если подогреватели (изделия) подпадают под требования 1.3.2.1 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов. Проверка действия защит от ненормальных режимов работы (превышения температуры, снижения уровня жидкости и т.п.). ¹⁵ Проверка устройств искусственной вентиляции, проверка отсутствия короткозамкнутых контуров в токопроводах генераторного напряжения, контрольный анализ газа на содержание водорода в соответствующих видах оборудования. ¹⁶ Испытание на герметичность, проверка содержания влаги в элегазе, проверка срабатывания электроконтактного устройства приборов контроля плотности элегаза (газовой смеси), проверка давления заполнения элегазом или газовой смесью газоизолированных отсеков контрольным манометром, контроль и испытания на механическую работоспособность.							