ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 52725— 2007

ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НАПРЯЖЕНИЕМ ОТ 3 ДО 750 кВ

Общие технические условия

Издание официальное

БЗ 8—2006/193

Москва
Стандартинформ
2007

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения».

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН И ВНЕСЕН ОАО «Научно-исследовательский институт электроэнергетики» (ОАО «ВНИИЭ»), ОАО «Институт Энергосетьпроект», ОАО научно-исследовательский институт постоянного тока (ОАО НИИПТ), Техническим комитетом по стандартизации ТК 37 «Электрооборудование для передачи, преобразования и распределения электроэнергии»

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 июня 2007 г. № 128-ст

3 Настоящий стандарт разработан с учетом основных нормативных положений международного стандарта МЭК 60099-4:2004 «Разрядники. Часть 4. Металлооксидные разрядники» (IEC 60099-4:2004 «Surge arresters — Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems», NEQ)

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а тексты изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2007

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 2
4 Классификация . . . 4
5 Основные параметры . . . 5
6 Технические требования . . . 5
6.1 Общие требования . . . 5
6.2 Основные электрические характеристики . . . 5
6.3 Требования к внешней изоляции . . . 6
6.4 Требования к конструкции . . . 7
6.5 Требования безопасности конструкции . . . 8
6.6 Требования к утилизации . . . 8
7 Комплектность . . . 8
8 Правила приемки . . . 8
8.1 Общие положения . . . 8
8.2 Приемосдаточные испытания . . . 9
8.3 Квалификационные испытания . . . 9
8.4 Периодические испытания . . . 9
8.5 Типовые испытания . . . 10
9 Методы испытаний . . . 10
9.1 Общие положения . . . 10
9.2 Определение классификационного напряжения . . . 10
9.3 Определение остающегося напряжения . . . 11
9.4 Испытания на пропускную способность . . . 13
9.5 Рабочие испытания . . . 13
9.6 Определение характеристики «напряжение — время» . . . 21
9.7 Проверка электрической прочности корпуса ОПН . . . 21
9.8 Испытания на взрывобезопасность . . . 22
9.9 Испытания на пожаробезопасность . . . 23
9.10 Испытания на изменение температуры среды . . . 23
9.11 Испытания на механическую прочность . . . 24
9.12 Испытания на герметичность . . . 25
9.13 Испытания на устойчивость к воздействиям окружающей среды . . . 25
9.14 Испытания на прочность при транспортировании . . . 26
9.15 Измерения внутренних частичных разрядов . . . 26
9.16 Проверка уровня радиопомех . . . 26
9.17 Измерение длины пути утечки . . . 27
9.18 Испытания на трекинг-эрозионную стойкость ОПН . . . 27
9.19 Испытания на проникновение влаги . . . 27
9.20 Технический осмотр ОПН . . . 30
9.21 Испытания на равномерность распределения токов многоколонкового ОПН . . . 30
10 Маркировка . . . 31
11 Транспортирование и хранение . . . 31
12 Гарантии изготовителя . . . 31

Введение

В настоящее время нелинейные ограничители перенапряжений (ОПН) являются основными аппаратами для защиты электрооборудования электрических сетей от грозовых и коммутационных перенапряжений, которые повсеместно заменяют применяемые ранее вентильные разрядники. Однако до настоящего времени отечественные ограничители выпускаются по техническим условиям изготовителей, которые не всегда соответствуют современным требованиям международного стандарта МЭК 60099-4:2004.

Настоящий стандарт разработан с целью установления технических требований и методов испытаний для ограничителей, соответствующих современному техническому уровню, с учетом основных нормативных положений отечественных стандартов и стандарта МЭК 60099-4:2004.

Внедрение стандарта обеспечит улучшение технических характеристик отечественных ограничителей, расширение и углубление объемов их проверок и испытаний, повышение их надежности, расширение возможностей экспорта и импорта ограничителей за счет гармонизации требований отечественных стандартов и стандарта МЭК 60099-4:2004.

Поправка к ГОСТ Р 52725—2007 Ограничители перенапряжений нелинейные для электроустановок переменного тока напряжением от 3 до 750 кВ. Общие технические условия

В каком месте	Напечатано	Должно быть
Раздел 1. Последний абзац	Стандарт не распространяется на ограничители специального назначения.	Стандарт не распространяется на ограничители, разработанные до 01.01.2008, и специального назначения.
Пункт 5.3. Наименование	Структура условного обозначения ограничителя	Структура условного обозначения ограничителя (рекомендуемая)

(ИУС № 10 2008 г.)

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ОГРАНИЧИТЕЛИ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НАПРЯЖЕНИЕМ ОТ 3 ДО 750 кВ

Общие технические условия

Surge arresters for a.c. electrical installations for voltage from 3 kV to 750 kV.
General specifications

Дата введения — 2008—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на нелинейные ограничители перенапряжений (далее — ограничители или ОПН) с металлооксидными нелинейными резисторами (далее — варисторы), предназначенные для защиты от коммутационных и грозовых перенапряжений изоляции электрооборудования переменного тока частотой 50 Гц для электроустановок классов напряжения от 3 до 750 кВ.

Стандарт не распространяется на ограничители специального назначения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 52082—2003 Изоляторы полимерные опорные наружной установки на напряжение 6—220 кВ. Общие технические условия

ГОСТ 12.2.007.3—75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности

ГОСТ 15.309—98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 20.57.406—81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний

ГОСТ 1516.2—97 Электрооборудование и электроустановки переменного тока на напряжение 3 кВ и выше. Общие методы испытаний электрической прочности изоляции

ГОСТ 14192—96 Маркировка грузов

ГОСТ 15150—69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 15543—70 Изделия электротехнические. Исполнения для различных климатических районов. Общие технические требования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 15543.1—89 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 16504—81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 16962.1—89 (МЭК 68-2-1—74) Изделия электротехнические. Методы испытаний на устойчивость к климатическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 16962.2—90 Изделия электротехнические. Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 17512—82 Электрооборудование и электроустановки на напряжение 3 кВ и выше. Методы измерения при испытаниях высоким напряжением

Издание официальное

ГОСТ 17516.1—90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 18311—80 Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 20074—83 Электрооборудование и электроустановки. Метод измерения характеристик частичных разрядов

ГОСТ 23216—78 Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

ГОСТ 26196—84 (МЭК 437—73) Изоляторы. Метод измерения индустриальных радиопомех

ГОСТ 28207—89 (МЭК 68-2-11—81) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Ка: Соляной туман

ГОСТ 28209—89 (МЭК 68-2-14—84) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание N: Смена температуры

ГОСТ 28226—89 (МЭК 68-2-42—82) Основные методы испытаний на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытания. Испытание Кс: Испытание контактов и соединений на воздействие двуокиси серы

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16504, ГОСТ 18311, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **ограничитель перенапряжений нелинейный;** ОПН: Аппарат, предназначенный для защиты изоляции электрооборудования от грозовых и коммутационных перенапряжений, представляющий собой последовательно и/или параллельно соединенные металлооксидные варисторы без каких-либо последовательных или параллельных искровых промежутков, заключенные в изоляционный корпус.

3.2 **металлооксидный варистор:** Единичный комплектующий элемент ОПН, имеющий нелинейную вольтамперную характеристику.

3.3 **элемент ОПН:** Полностью заключенная в корпус часть ОПН, которая может быть соединена последовательно и/или параллельно с другими элементами ОПН для выполнения конструкции ОПН на более высокое наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение и/или ток. Элемент ОПН необязательно является секцией ОПН.

3.4 **секция ОПН:** Часть ОПН, необходимая для воспроизведения поведения всего ОПН при определенном испытании. Секция ОПН необязательно является элементом ОПН.

3.5 **экранное кольцо ОПН:** Часть ОПН, предназначенная для изменения распределения напряженности электрического поля в определенной части пространства.

3.6 **противовзрывное устройство (устройство для сброса давления):** Устройство, обеспечивающее снижение внутреннего давления в ограничителе при возникновении в нем внутреннего повреждения и предотвращающее взрывное разрушение корпуса ОПН или его разрушение с разлетом осколков за нормируемую зону.

3.7 **наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение ОПН $U_{нр}$:** Наибольшее действующее значение напряжения промышленной частоты, которое может быть приложено непрерывно к ОПН в течение всего срока его службы и не приводит к повреждению или термической неустойчивости ОПН при нормированных воздействиях.

3.8 **номинальное напряжение $U_н$:** Действующее значение напряжения промышленной частоты, которое ограничитель может выдерживать в течение 10 с в процессе рабочих испытаний. Номинальное напряжение должно быть не менее 1,25 наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения.

3.9 **импульс:** Униполярная волна напряжения или тока, возрастающая без заметных колебаний с большой скоростью до максимального значения и уменьшающаяся, обычно с меньшей скоростью, до нуля с небольшими, если это будет иметь место, переходами в противоположную полярность.

Параметрами, определяющими импульсы напряжения или тока, являются полярность, максимальное значение (амплитуда), условная длительность фронта и условная длительность импульса.

3.10 **условное начало импульса:** Точка на графике зависимости мгновенного значения напряжения/тока от времени, определяемая пересечением оси времени при нулевом напряжении или токе и прямой, проходящей через две контрольные точки на фронте импульса. Для импульсов тока контрольные точки должны составлять 10 % и 90 % максимального (амплитудного) значения.

3.11 **условное время (длительность) фронта импульса T_1:** Время, выраженное в микросекундах и определяемое умножением на 1,25 времени в микросекундах, необходимого для увеличения максимального (амплитудного) значения импульса от 10 % до 90 %.

Примечание — Если имеются колебания на фронте, опорные точки в 10 % и 90 % должны быть взяты на усредненной для колебаний кривой.

3.12 **условная длительность импульса T_2:** Время, выраженное в микросекундах, между условным началом импульса и моментом, когда напряжение или ток уменьшаются до половины максимального значения.

3.13 **обозначение формы импульса:** Комбинация двух чисел в микросекундах, первое из которых обозначает длительность фронта T_1, а второе — длительность импульса T_2. Эта комбинация записывается: T_1/T_2 (знак «/» не имеет математического значения).

3.14 **импульс тока большой длительности (прямоугольный импульс):** Прямоугольный импульс, который быстро возрастает до максимального значения, остается практически постоянным в течение некоторого периода времени, а затем быстро падает до нуля. Параметрами, определяющими прямоугольный импульс, являются полярность, максимальное (амплитудное) значение и длительность.

3.15 **условная длительность прямоугольного импульса:** Время, в течение которого мгновенное значение импульса больше 10 % его максимального (амплитудного) значения. Если есть небольшие колебания на фронте, то должна быть начерчена средняя кривая для определения момента достижения значения, равного 10 %.

3.16 **условная длительность максимального значения (амплитуды) прямоугольного импульса:** Время, в течение которого мгновенное значение импульса больше 90 % его максимального (амплитудного) значения.

3.17 **разрядный ток ОПН:** Импульс тока, который течет через ОПН.

3.18 **крутой импульс тока ОПН:** Импульс разрядного тока с условной длительностью фронта 1 мкс (измеренные значения должны находиться в пределах от 0,9 до 1,1 мкс) и условной длительностью до полуспада не более 20 мкс.

3.19 **грозовой импульс тока ОПН:** Импульс разрядного тока 8/20 мкс при длительности фронта импульса в диапазоне от 7 до 9 мкс и длительности импульса в диапазоне от 18 до 22 мкс.

3.20 **номинальный разрядный ток ОПН $I_н$:** Максимальное (амплитудное) значение грозового импульса тока 8/20 мкс, используемое для классификации ОПН.

3.21 **импульс большого тока ОПН:** Максимальное (амплитудное) значение разрядного тока, имеющего форму импульса 4/10 мкс, который используется для проверки устойчивости ограничителя к прямым разрядам молнии.

3.22 **коммутационный импульс тока ОПН:** Максимальное (амплитудное) значение тока с условной длительностью фронта не менее 30, но не более 100 мкс и условной длительностью импульса, равной удвоенному времени условного фронта импульса.

3.23 **классификационный ток ОПН $I_{кл}$:** Амплитудное значение (более высокое амплитудное значение из двух полярностей, если ток асимметричен) активной составляющей тока промышленной частоты, которое используется для определения классификационного напряжения ОПН и нормируется изготовителем.

3.24 **классификационное напряжение ОПН $U_{кл}$:** Максимальное (амплитудное) значение напряжения промышленной частоты, деленное на $\sqrt{2}$, которое должно быть приложено к ОПН для получения классификационного тока. Классификационное напряжение многоэлементного ОПН определяется как сумма классификационных напряжений отдельных элементов.

3.25 **пропускная способность ОПН $I_{пр}$:** Нормируемое изготовителем максимальное значение прямоугольного импульса тока длительностью 2000 мкс (ток пропускной способности). ОПН должен выдержать 18 таких воздействий с принятой последовательностью их приложения без потери рабочих качеств.

3.26 **остающееся напряжение ОПН $U_{ост}$:** Максимальное значение напряжения на ограничителе при протекании через него импульсного тока с данной амплитудой и формой импульса.

3.27 **комплектовочное напряжение ОПН $U_{ком}$:** Нормируемое изготовителем остающееся напряжение ОПН при нормированном им же максимальном значении тока грозового импульса ($I_{ком}$ — ток комплектовки) в диапазоне 0,01—2,0 номинального разрядного тока ОПН. На данное напряжение

изготовитель комплектует ОПН по сумме результатов измерений на элементах, секциях или единичных варисторах.

3.28 **характеристика «напряжение — время»:** Выдерживаемое напряжение промышленной частоты в зависимости от времени его приложения к ОПН. Показывает максимальный промежуток времени, в течение которого к ОПН может быть приложено напряжение промышленной частоты, превышающее $U_{нр}$, не вызывая повреждения или термической неустойчивости.

3.29 **удельная энергия:** Рассеиваемая ограничителем энергия, полученная им при приложении одного импульса тока пропускной способности, отнесенная к величине наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения.

3.30 **термическая неустойчивость ОПН:** Состояние, при котором выделяющаяся в ОПН мощность превышает его способность рассеивания тепла, что приводит к росту температуры ограничителя, потере его тепловой стабильности и разрушению.

3.31 **коэффициент пропорциональности *n*:** Коэффициент пропорциональности электрических параметров образца (элемента, секции или варистора) по отношению к полностью собранному ОПН. Определяется как отношение комплектовочного $U_{ком}$ (классификационного $U_{кл}$) напряжения полностью собранного ОПН к комплектовочному (классификационному) напряжению, измеренному на предназначенном к испытаниям образце: $U_{ком}/U_{ком.с}$.

3.32 **завершенный разряд:** Явление, связанное с повреждением изоляции при электрическом воздействии, которое характеризуется резким падением напряжения и прохождением тока.

3.33 **перекрытие:** Завершенный разряд по поверхности твердого диэлектрика.

3.34 **взрывобезопасность:** Отсутствие взрывного разрушения при внутреннем повреждении ОПН или разрушение ОПН с разлетом осколков в нормируемой зоне.

3.35 **квалификационные испытания ОПН:** Контрольные испытания установочной серии или первой промышленной партии ОПН, проводимые с целью оценки готовности предприятия к выпуску продукции данного типа в заданном объеме.

3.36 **приемосдаточные испытания:** Контрольные испытания продукции при приемочном контроле.

3.37 **типовые испытания:** Контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые с целью оценки эффективности и целесообразности вносимых изменений в конструкцию, рецептуру или технологический процесс.

3.38 **периодические испытания:** Контрольные испытания выпускаемой продукции, проводимые в объемах и в сроки, установленные в нормативных документах с целью контроля стабильности качества продукции и возможности продолжения ее выпуска.

4 Классификация

Ограничители подразделяют на группы:

- по величине номинального разрядного тока (5000 А, 10000 А, 20000 А);
- по пропускной способности на прямоугольном импульсе тока длительностью 2000 мкс с указанием удельной энергии этого импульса, отнесенной к наибольшему длительно допустимому рабочему напряжению. Классы по пропускной способности и удельные энергии приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Классы пропускной способности ОПН

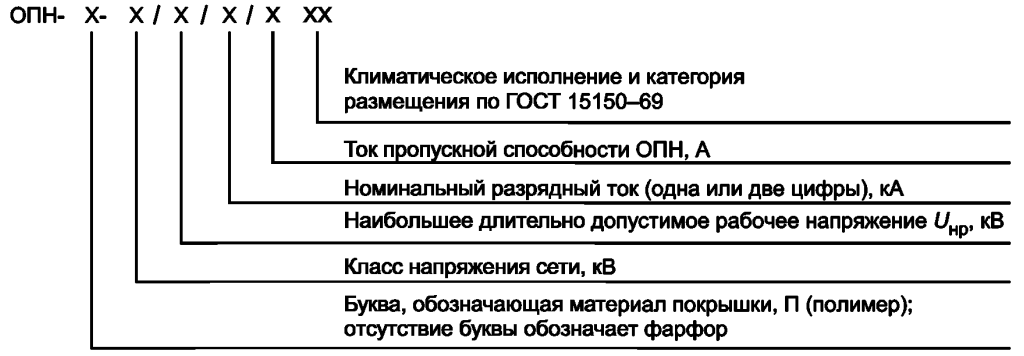
Класс пропускной способности	Пропускная способность, А	Удельная энергия, кДж/кВ, не менее
1	От 250 до 400 включ.	1,0
2	От 401 до 750 включ.	2,0
3	От 751 до 1100 включ.	3,2
4	От 1101 до 1600 включ.	4,5
5	Св. 1601	7,1

5 Основные параметры

5.1 К основным параметрам ограничителя относятся: наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение $U_{нр}$, номинальный разрядный ток $I_н$, остающиеся напряжения при нормированных токах, пропускная способность и удельная энергия на 1 кВ наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения.

5.2 Рекомендуемые значения наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения ограничителя $U_{нр}$ для электроустановок, применяемых в Российской Федерации, кВ: 3,0; 3,3; 3,6; 5,0; 6,0; 6,6; 6,9; 7,2; 10,5; 11,5; 12,0; 15,2; 17,5; 18,0; 19,8; 24,0; 26,5; 30,0; 36,0; 38,0; 40,5; 44,0; 46,0; 48,0; 60,0; 73,0; 77,0; 83,0; 88,0; 100,0; 105,0; 110,0; 146,0; 151,0; 156,0; 172,0; 176,0; 210,0; 220,0; 230,0; 303,0; 318,0; 333,0; 336,0; 455,0; 465,0; 475,0.

5.3 Структура условного обозначения ограничителя



Пример условного обозначения ограничителя:

ОПН-П-220/146/10/550 УХЛ 1

6 Технические требования

6.1 Общие требования

6.1.1 Ограничители должны изготовляться в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

6.1.2 Ограничители должны быть предназначены для работы в районах с умеренным или(и) холодным климатом в условиях, предусмотренных для климатического исполнения У или(и) ХЛ с указанием категории размещения по ГОСТ 15150 и должны удовлетворять в части воздействия климатических факторов требованиям ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1.

6.1.3 Ограничители должны быть предназначены для эксплуатации на высоте не более 1000 м над уровнем моря.

6.1.4 Ограничители должны допускать смену температур в диапазоне, указанном в ГОСТ 15150 для соответствующего исполнения аппарата.

6.2 Основные электрические характеристики

6.2.1 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 таблице 2.

Таблица 2 — Нормируемые максимальные значения импульсов токов через ограничитель

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

6.2.2 Должна быть определена характеристика «напряжение — время» для случаев до и после предварительного воздействия на ОПН энергии, соответствующей:

- для ограничителей класса пропускной способности 1 — одному импульсу большого тока с амплитудой 65000 А;
- для ограничителей классов пропускной способности 2 и выше — двум импульсам нормированного тока пропускной способности.

Для ограничителей, работающих в сети с эффективно или глухо заземленной нейтралью, зависимость должна быть определена для диапазона времени от 0,1 до 1200 с.

Для ограничителей, работающих в сети с изолированной или компенсированной нейтралью, зависимость должна быть определена для диапазона времени от 0,1 с до 6 ч.

6.2.3 Изготовитель должен привести значение классификационного тока и соответствующего ему минимального классификационного напряжения ОПН.

6.2.4 Ограничитель должен выдерживать без повреждения воздействие 18 прямоугольных импульсов тока длительностью 2000 мкс с максимальным значением (амплитудой), равным значению тока пропускной способности, указанного изготовителем.

6.2.5 Ограничитель должен выдерживать без повреждения 20 импульсов номинального разрядного тока и 2 импульса большого тока с амплитудой:

- 65000 А — для ограничителей 1-го класса пропускной способности и номинальным разрядным током 5000 и 10000 А;
- 100000 А — для ограничителей 2—5-го классов пропускной способности и номинальным разрядным током 10000 и 20000 А.

6.2.6 Ограничители должны выдерживать совокупность воздействий, возникающих при эксплуатации и моделируемых рабочими испытаниями, которые не должны приводить к повреждению или потере тепловой устойчивости:

- для ограничителей 1-го класса пропускной способности и номинальным разрядным током 5000 и 10000 А — 20 импульсов номинального разрядного тока и 2 импульса большого тока с амплитудой 65000 А;
- для ограничителей 2—5-го классов пропускной способности и номинальным разрядным током 10000 и 20000 А — 20 импульсов номинального разрядного тока, 2 импульса большого тока с амплитудой 100000 А и 2 импульса тока пропускной способности.

6.3 Требования к внешней изоляции

6.3.1 Длина пути утечки внешней изоляции ограничителя, работающего в условиях, соответствующих степени загрязнения I, должна быть не ниже 1,8 см/кВ наибольшего рабочего напряжения сети, а при степени загрязнения II, III, IV — не ниже 2,0; 2,5; 3,1 см/кВ соответственно.

6.3.2 Изоляция ограничителей, изготовленная с применением органических (полимерных) материалов, должна быть трекинг-эрозионно-стойкой в соответствии с ГОСТ Р 52082.

6.3.3 Изоляция корпуса ограничителя должна выдерживать испытания напряжением грозового импульса, коммутационного импульса, одноминутного напряжения промышленной частоты.

6.3.3.1 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.

6.3.3.2 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 таблице 2, умноженному на 1,25.

6.3.3.3 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 одноминутного 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 по таблице 2 (в зависимости от класса пропускной способности и номинального разрядного тока), умноженного на 1,06, — для ограничителей с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А.

6.3.3.4 Для ограничителей категории размещения 1 по ГОСТ 15150 испытания одноминутным напряжением промышленной частоты и коммутационным импульсом должны проводиться под дождем, для ограничителей категории размещения 2 по ГОСТ 15150 испытания должны проводиться в сухом состоянии и в условиях образования инея с последующим оттаиванием.

6.4 Требования к конструкции

6.4.1 Ограничители должны быть герметичными.

6.4.2 Конструкция ограничителя в полимерной изоляции должна быть стойкой к проникновению влаги.

6.4.3 Ограничители должны иметь контактные зажимы для присоединения к токоведущим и заземляющим проводам. Вводные зажимы должны быть приспособлены для присоединения к ним медных или алюминиевых кабелей и шин, в том числе и расщепленных проводов.

6.4.4 Все металлические детали ограничителей должны быть защищены от коррозии. Материал уплотнения для герметизации должен быть озоностойким.

6.4.5 При многоколонковой конструкции ОПН изготовитель должен указать максимально допустимую неравномерность в распределении токов по колонкам.

6.4.6 Ограничители должны быть устойчивыми к воздействиям окружающей среды.

6.4.7 Ограничители категории размещения 1 опорного исполнения должны выдерживать механическую нагрузку от тяжения проводов в горизонтальном направлении, приведенную в таблице 3, и ветровых и гололедно-ветровых нагрузок для следующих случаев:

- при гололеде с толщиной стенки льда до 20 мм и ветре скоростью 15 м/с;
- при ветре скоростью 40 м/с и отсутствии гололеда.

Таблица 3 — Значения механических нагрузок от тяжения проводов в горизонтальном направлении

Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение, кВ	Механическая нагрузка от тяжения проводов в горизонтальном направлении, Н, не менее
От 3,0 до 60	300
От 73 до 176	500
От 210 до 336	1000
От 455 до 475	1500

Ограничители категории размещения 1 подвесного исполнения должны выдерживать нагрузки на растяжение от собственного веса и подводящих проводов с учетом воздействия на них гололеда и ветра в соответствии с техническими документами.

6.4.8 Ограничители с наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением от 3 до 42 кВ должны выдерживать механические нагрузки от вибрации по группе условий эксплуатации М6 по ГОСТ 17516.1.

Ограничители с наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением свыше 42 кВ должны выдерживать механические нагрузки от вибрации по группе условий эксплуатации М1 по ГОСТ 17516.1.

6.4.9 Если ОПН имеет изолирующее основание, то оно должно выдерживать без каких-либо повреждений, способных влиять на его нормальное функционирование, проверки изгибающим моментом и климатические испытания.

6.4.10 Ограничители должны быть взрывобезопасны. Изготовитель должен указать максимальное действующее значение установившегося большого и малого (800 А) тока короткого замыкания (КЗ) при внутреннем повреждении, который ограничитель должен выдерживать без опасного взрывного разрушения.

6.4.11 Ограничители с наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением 73 кВ и выше не должны иметь уровень частичных разрядов при напряжении $1{,}05 \cdot U_{нр}$ выше 10 пКл.

6.4.12 Ограничители с наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением 73 кВ и выше должны иметь уровень радиопомех при напряжении $1{,}05 \cdot U_{нр}$ и при всех более низких значениях напряжения не более 2500 мкВ.

6.4.13 Пожаробезопасность ограничителя с полимерной внешней изоляцией должна соответствовать ГОСТ 12.2.007.3.

6.5 Требования безопасности конструкции

Требования безопасности конструкции ОПН должны соответствовать ГОСТ 12.2.007.3.

6.6 Требования к утилизации

Изготовитель должен дать полную информацию об утилизации всех компонентов ОПН.

7 Комплектность

7.1 Комплектность поставки ОПН должна устанавливаться в технических документах на конкретный тип ограничителя.

7.2 К ограничителю должны быть приложены документы: паспорт с результатами приемосдаточных испытаний (на каждый ОПН), руководство по монтажу и эксплуатации (на группу поставляемых однотипных аппаратов).

8 Правила приемки

8.1 Общие положения

Для проверки соответствия ограничителей требованиям настоящего стандарта предприятие-изготовитель должно провести следующие контрольные испытания в соответствии с ГОСТ 15.309 и ГОСТ 16504: приемосдаточные, квалификационные, периодические и типовые. Перечень проводимых при этом испытаний и проверок приведен в таблице 4.

Таблица 4 — Виды испытаний и проверок ОПН

Виды испытаний и проверок	Номер пункта			
	технических требований	правил и методов испытаний		
		приемо-сдаточных	периодических	квалифика-ционных
1 Измерение классификационного напряжения	6.2.3	9.2	9.2	9.2
2 Измерение остающихся напряжений	6.2.1	9.3	9.3	9.3
3 Испытание на пропускную способность	6.2.4	—	9.4	9.4
4 Рабочие испытания	6.2.6	—	9.5	9.5
5 Определение характеристики «напряжение — время»	6.2.2	—	9.6	9.6
6 Проверка электрической прочности изоляции корпуса ОПН	6.3.3	—	—	9.7
7 Измерение частичных разрядов[1)]	6.4.11	9.15	9.15	9.15
8 Проверка уровня радиопомех[1)]	6.4.12	—	—	9.16

Окончание таблицы 4

Виды испытаний и проверок	Номер пункта			
	технических требований	правил и методов испытаний		
		приемо-сдаточных	периодических	квалификационных
9 Проверка механической прочности: при воздействии изгибающего момента при воздействии вибрации	6.4.7 6.4.8	—	—	9.11
10 Испытания на прочность при транспортировании	11	—	—	9.14
11 Проверка герметичности	6.4.1	9.12[2)]	9.12	9.12
12 Испытания на вибропрочность	6.4.8	—	—	—
13 Испытания на изменение температуры среды	6.1.4	—	—	9.10
14 Испытания на устойчивость к воздействиям окружающей среды	6.4.6	—	—	9.13
15 Испытания на взрывобезопасность	6.4.10	—	—	9.8
16 Испытания на пожаробезопасность	6.4.13	—	—	9.9
17 Испытания на трекинг-эрозионную стойкость	6.3.2	—	—	9.18
18 Измерение длины пути утечки	6.3.1	—	9.17	9.17
19 Технический осмотр	6.1.1	9.20	9.20	9.20
20 Испытания на равномерность распределения токов многоколонкового ОПН	6.4.5	9.21	9.21	9.21
21 Испытания на проникновение влаги	6.4.2	—	—	9.19
22 Испытания на оттаивание инея	6.3.3.4	—	—	9.7.6

[1)] Для ОПН с $U_{нр} \geq 73$ кВ.
[2)] Для ОПН с газовыми полостями.

8.2 Приемосдаточные испытания

Ограничители должны предъявляться к приемке поштучно и подвергаться проверке сплошным контролем по пунктам 1, 2, 7, 11, 18, 19 таблицы 4.

При получении неудовлетворительных результатов хотя бы по одному пункту ограничитель бракуется.

8.3 Квалификационные испытания

8.3.1 Квалификационные испытания и проверки по всем пунктам таблицы 4 должны проводиться после завершения разработки ограничителя на образцах, прошедших приемосдаточные испытания.

8.3.2 При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному из пунктов таблицы 4 должна быть установлена и устранена причина. После устранения причины должны быть проведены повторные испытания по этому пункту, а также по всем пунктам, на результатах испытаний которых могут сказаться внесенные изменения.

8.4 Периодические испытания

8.4.1 Виды испытаний приведены в таблице 4. Периодичность испытаний устанавливается не реже одного раза в 5 лет.

8.4.2 При получении неудовлетворительных результатов испытаний хотя бы по одному из пунктов таблицы 4 должно быть приостановлено производство, установлена и устранена причина. После устранения причины должны быть проведены повторные испытания по этому пункту и при положительном результате повторных испытаний восстановлено производство.

8.5 Типовые испытания

Типовые испытания проводят при изменениях конструкции, технологии изготовления, применяемых материалов или комплектующих, которые могут привести к изменению характеристик аппарата.

В программу испытаний включают испытания из числа квалификационных по таблице 4, на результаты которых могут оказать влияние внесенные изменения.

9 Методы испытаний

9.1 Общие положения

9.1.1 Точность измерений

Характеристики измерительной системы в части точности измерений должны удовлетворять требованиям ГОСТ 17512.

9.1.2 Испытуемые образцы

9.1.2.1 Все испытания должны проводиться на одних и тех же ОПН, секциях или элементах ОПН.

Испытания на секциях должны отражать поведение представляемых изготовителем полностью собранных ОПН в данных испытаниях.

При испытаниях на секциях должны быть определены комплектовочные или классификационные напряжения секции ($U_{ком.с}$, $U_{кл.с}$).

9.1.2.2 При рабочих испытаниях, включая испытания на ускоренное старение, и испытаниях на пропускную способность, при испытаниях на секции должны быть определены $U_{нрс}$, $U_{нс}$ — наибольшее длительно допустимое рабочее и номинальное напряжения секции, соответственно, по следующей формуле

$$U_{нрс} = U_{кл.с} \cdot U_{нр}/U_{кл}; \quad (1)$$

$$U_{нс} = U_{кл.с} \cdot U_{н}/U_{кл},$$

где $U_{кл.с}$ — классификационное напряжение секции;

$U_{кл}$ — минимальное классификационное напряжение ОПН.

9.1.2.3 В ОПН с несколькими параллельными колонками варисторов должно быть измерено распределение тока между ними при импульсном токе, указанном изготовителем. Наибольшее значение тока колонки не должно быть выше верхнего предела, установленного изготовителем.

9.1.3 Все испытания должны проводиться в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150.

9.2 Определение классификационного напряжения

Измерение классификационного напряжения проводят при приемосдаточных испытаниях на каждом ограничителе.

Классификационное напряжение ОПН должно измеряться при классификационном токе на полностью собранном ОПН, его элементах или секциях. При измерениях на элементах ОПН классификационное напряжение в целом по аппарату должно определяться суммированием классификационных напряжений элементов.

К ограничителю должно прикладываться напряжение промышленной частоты и подниматься до значения, при котором через варистор ограничителя будет протекать ток, амплитудное значение активной составляющей которого будет равно нормируемому значению классификационного тока. Измерение тока следует проводить со стороны заземляемого фланца.

Максимальное (амплитудное) значение напряжения, деленное на $\sqrt{2}$, при котором через варистор протекает классификационный ток, следует принимать в качестве классификационного напряжения. Полученные измеренные значения должны быть не ниже значений, нормированных изготовителем.

Примечания

1 Рекомендуемый диапазон классификационного тока — от 0,05 до 1 мА на 1 см^2 площади варистора одноколонкового ОПН.

2 При ОПН с параллельными колонками в одном корпусе диапазон классификационного тока для полностью собранного ограничителя следует увеличить в n раз, где n — число параллельных колонок.

3 Если амплитуды активной составляющей тока в положительный и отрицательный полупериоды напряжения различны, то значение классификационного напряжения следует определять по наибольшему значению амплитуды тока.

4 В качестве допустимой замены амплитуды активной составляющей тока может быть принято мгновенное значение тока в момент, соответствующий амплитуде напряжения.

9.3 Определение остающегося напряжения

9.3.1 Общие положения

9.3.1.1 Все испытания по определению остающегося напряжения должны проводиться на трех образцах полностью собранного ограничителя или его секциях, состоящих из одного или нескольких варисторов, при температуре образцов и окружающей среды (20 ± 15) °С. Время между приложением импульсов должно быть достаточным для того, чтобы образец успел остыть до температуры (20 ± 15) °С.

Для ОПН с несколькими колонками (многоколонковый ОПН) допускается проводить испытание на секциях, состоящих из одной колонки. В этом случае остающееся напряжение секции следует определять для тока, равного отношению тока полностью собранного ОПН к количеству колонок в нем.

9.3.1.2 При испытаниях на полностью собранных ОПН в качестве остающегося напряжения для данных максимального значения и формы импульса тока следует принимать наибольшее из трех измеренных значений напряжения, полученных на трех образцах при одной и той же величине и форме импульса тока.

9.3.1.3 При испытаниях на секции для каждого образца следует определить масштабные коэффициенты как отношение измеренного на образце значения остающегося напряжения при нормируемом импульсе тока к комплектовочному напряжению ($U_{ком.с}$) испытуемого образца. Количество масштабных коэффициентов для одного образца в каждом из испытаний определяется количеством нормируемых для этих испытаний максимальных значений импульсов тока заданной формы.

Значение остающегося напряжения полностью собранного ОПН для данного импульса тока следует определять как произведение комплектовочного напряжения ОПН на наибольший из полученных на трех образцах при данном измерении масштабный коэффициент.

9.3.2 Определение остающегося напряжения при крутом импульсе тока

К каждому из трех образцов должен быть приложен один крутой импульс тока с максимальным значением, равным номинальному разрядному току ОПН. Отклонение номинального разрядного тока от максимального значения не должно быть более ± 5 %. Максимальные значения и форма импульса напряжения, появляющегося на этих трех образцах, должны быть зарегистрированы и, если необходимо, скорректированы в отношении эффектов наведенного напряжения на измерительные цепи, а также геометрии испытательного образца и испытательных цепей.

В качестве значения остающегося напряжения ОПН при крутом импульсе тока следует принять наибольшее из трех значений напряжения, определенных в соответствии с 9.3.1.2, 9.3.1.3 для полностью собранного ОПН.

Примечания

1 Необходимость коррекции из-за наводок определяется следующим образом. Импульс тока с крутым фронтом, как описано выше, должен быть приложен к металлическому блоку, имеющему те же самые размеры что и проверяемые образцы варисторов. Максимальное значение и форма напряжения, появляющегося на металлическом блоке, должны быть зарегистрированы. Если максимальное напряжение на металлическом блоке составляет менее 2 % максимального напряжения на образце с варисторами, то коррекция индуктивных наводок для измерений на варисторах не требуется. Если максимальное напряжение на металлическом блоке находится в диапазоне от 2 % до 20 % максимального напряжения на образце с варисторами, то форма импульса напряжения на металлическом блоке вычитается из формы импульса каждого из напряжений на варисторах, и максимальные значения полученных форм импульса должны быть зарегистрированы, как скорректированные напряжения на варисторах. Если максимальное напряжение на металлическом блоке составляет более 20 % максимального напряжения на образцах с варисторами, то должны быть приняты меры по снижению наводок от испытательных цепей, и система измерения напряжения должна быть улучшена.

2 Возможный способ достижения идентичных форм волны тока в течение всех измерений состоит в том, чтобы выполнять их одновременно на испытуемом образце и металлическом блоке, включенных последовательно в испытательную цепь. При этом нужно только поменять их местами относительно друг друга, чтобы измерить падение напряжения на металлическом блоке или на испытуемом образце.

3 Импульс напряжения с типовой формой волны (откорректированный, при необходимости) с самым большим максимальным значением должен использоваться для определения остающегося напряжения при импульсе тока с крутым фронтом ограничителя согласно одной из следующих процедур а) или б).

Процедура а)

1) Умножают типовую форму волны импульса напряжения на масштабный коэффициент (9.3.1.3).

2) Из формы волны крутого импульса тока определяют скорость изменения тока (di/dt) по полной волне и умножают ее на индуктивность, чтобы определить индуктивное падение напряжения $U(t)$, кВ, по следующей формуле

$$U(t) = L \cdot \frac{di}{dt} - L' \cdot h \cdot \frac{di}{dt}, \quad (2)$$

где L — индуктивность на единицу длины, мкГн/м;

$\frac{di}{dt}$ — скорость изменения тока во времени, кА/мкс;

L' = 1 для ограничителей наружной установки;

h — высота ограничителя между выводами, м.

3) Добавляют результаты по перечислениям 1) и 2) к основной форме волны; остающееся напряжение на ограничителе при импульсе тока с крутым фронтом равно максимальному значению результирующей формы волны.

Процедура б)

1) Умножают максимальное значение измеренного напряжения импульса на масштабный коэффициент (9.3.1.3).

2) Определяют индуктивное падение напряжения между выводами разрядника U_L, кВ, используя следующую формулу

$$U_L = L \cdot \frac{di}{dt} - \frac{L' \cdot h \cdot I_н}{T_f}, \quad (3)$$

где L — индуктивность на единицу длины, мкГн/м;

L' = 1 для разрядников наружной установки;

h — высота разрядника между выводами, м;

$I_н$ — номинальный разрядный ток, кА;

T_f — длительность импульса тока с крутым фронтом, равная 1 мкс.

3) Складывают результаты по перечислениям 1) и 2); полученное значение следует принять как остающееся напряжение ограничителя при импульсе тока с крутым фронтом.

Испытательная и измерительная цепи не должны приводить к индуктивным воздействиям на испытуемый образец, превышающим 2 % измеренного значения.

9.3.3 Определение остающегося напряжения при грозовом импульсе тока

К каждому из трех образцов должны быть приложены грозовые импульсы тока со следующими максимальными значениями: 0,5; 1,0 и 2,0 номинального разрядного тока ОПН. Допускается отклонение значений токов от нормируемых значений на ± 10 %. Длительность фронта должна быть в пределах 7—9 мкс, а время до полуспада может иметь любой допуск.

По полученным на образцах напряжениям для каждого из максимальных значений грозового импульса тока следует определить в соответствии с 9.3.1.2 и 9.3.1.3 значения остающегося напряжения для полностью собранного ОПН. Наибольшее из полученных трех значений принимается как остающееся напряжение ОПН при соответствующем значении грозового импульса тока.

По трем полученным для разных значений грозового импульса тока значениям остающихся напряжений для полностью собранного ОПН строят зависимость «остающееся напряжение — импульсный ток», по которой следует определять значения напряжений при нормируемых значениях грозового импульса тока.

При приемосдаточных испытаниях, если остающееся напряжение не измеряется непосредственно, то остающееся напряжение полностью собранного ОПН должно определяться как сумма остающихся напряжений варисторов или отдельных элементов ОПН при $I_{ком}$. Переход от $U_{ком}$ к остающемуся напряжению при номинальном разрядном токе следует определять умножением на наибольший масштабный коэффициент из полученных на образцах при квалификационных испытаниях. Остающееся напряжение полностью собранного ОПН не должно превышать значение, нормированное изготовителем.

9.3.4 Определение остающегося напряжения при коммутационном импульсе тока

К каждому из трех образцов должны быть приложены коммутационные импульсы тока, максимальные значения которых приведены в таблице 2. Допускается отклонение на ± 5 % от приведенных в таблице 2 значений коммутационных импульсов тока.

По полученным на образцах напряжениям для каждого из нормируемых максимальных значений коммутационного импульса тока следует определить в соответствии с 9.3.1.2, 9.3.1.3 значения остающегося напряжения для полностью собранного ОПН. Наибольшее из трех полученных значений следует принять как остающееся напряжение ОПН при соответствующем значении коммутационного импульса тока.

По полученным для разных значений коммутационного импульса тока значениям остающихся напряжений для полностью собранного ОПН должна быть построена зависимость «остающееся напряжение — импульсный ток». По полученной зависимости определяют значения напряжений при нормируемых значениях коммутационного импульса тока, приведенных в таблице 2.

9.4 Испытания на пропускную способность

9.4.1 Общие положения

Перед началом испытаний с целью оценки последующих результатов на каждом испытуемом образце следует измерить остающееся напряжение при номинальном разрядном токе.

Испытание должно проводиться на трех новых образцах полностью собранного ОПН, секциях ОПН или варисторах, которые не были ранее подвергнуты испытаниям, за исключением вышеуказанного измерения остающегося напряжения при номинальном разрядном токе. Во время этих испытаний варисторы могут находиться на открытом воздухе при температуре (20 ± 15) °С. Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение испытуемых образцов должно быть не менее 2 кВ.

Каждое испытание на пропускную способность должно состоять из приложения 18 прямоугольных импульсов тока длительностью 2000 мкс, разделенных на 6 групп, каждая из которых состоит из 3 импульсов. Интервалы между импульсами в группе должны быть от 50 до 60 с, а интервалы между группами импульсов должны быть достаточными, чтобы образец мог охладиться до температуры окружающей среды.

После испытания и охлаждения образца до температуры окружающей среды должны быть повторены измерения остающегося напряжения при номинальном разрядном токе с целью сравнения измеренных значений со значениями, которые были получены до испытания. Эти значения не должны отличаться более чем на 5 %.

Визуальный осмотр образцов после испытания не должен выявить пробоя, перекрытия, образования трещин или других значительных повреждений варисторов.

При испытаниях ограничителей в полимерной изоляции, в том случае, если изготовитель заявляет, что нельзя извлечь варисторы из испытуемого образца, проводят визуальный осмотр внешних элементов испытуемого образца. Для проверки целостности внутренних частей — варисторов, после охлаждения образца до окружающей температуры, должен быть приложен дополнительный импульс тока пропускной способности. Если образец выдержал этот дополнительный импульс тока пропускной способности без повреждения, что должно быть подтверждено осциллограммами тока, то образец выдержал испытание.

9.4.2 Требования к испытаниям

Настоящее испытание заключается в приложении к испытательному образцу прямоугольного импульса максимальных значений тока одинаковой полярности, нормированных изготовителем. Для первого импульса максимальное значение тока должно находиться в диапазоне от 90 % до 110 % нормированного значения, для последующих импульсов — от 100 % до 110 %. Импульсы подаются от любого импульсного генератора, отвечающего следующим требованиям:

а) длительность прямоугольного импульса тока максимального значения должна находиться в диапазоне от 2000 до 2400 мкс;

б) полная длительность импульса тока не должна превышать 150 % длительности максимального значения;

в) колебания или первоначальный выброс не должны превышать 10 % максимального значения тока. Если имеются колебания, то для определения максимального значения должна быть проведена средняя кривая;

г) энергия одного импульса для каждого испытуемого образца должна определяться по осциллограммам тока и напряжения на образце при 100 % нормированного тока. Допускается определение энергии одного импульса для каждого испытуемого образца как произведение максимального значения тока и остающегося напряжения на длительность максимального значения тока прямоугольного импульса.

Удельную энергию образца определяют делением полученной им энергии одного импульса на его наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение. Удельная энергия ОПН принимается равной наименьшей из полученных для образцов удельных энергий.

9.5 Рабочие испытания

9.5.1 Общие положения

9.5.1.1 Испытания должны проводиться на полностью собранном ОПН или его секции. Секция должна электрически и термически воспроизводить работу испытуемого ОПН.

Эквивалентность тепловых характеристик секций ОПН должна быть проверена испытаниями при следующих условиях:

а) Корпус секции должен отвечать следующим требованиям:

- материал должен быть тем же, что и в корпусе ОПН;
- внутренний диаметр должен быть таким же, что и в ОПН. Допустимое отклонение внутреннего диаметра секции корпуса от внутреннего диаметра ОПН не должно быть более ± 5 %;
- общая масса корпуса секции (внешней изоляции) не должна превышать более чем на 10 % пропорциональную часть корпуса моделируемого ОПН;
- техническими мерами предотвращено рассеяние тепла из секции в аксиальном направлении;
- для ОПН в полимерном корпусе для того, чтобы выполнить тепловые требования, по концам корпуса, а при необходимости вокруг него, могут быть использованы теплоизоляционные материалы.

б) Проводник из медной проволоки, используемый для электрических соединений, должен иметь максимальный диаметр не более 3 мм.

9.5.1.2 При проведении рабочих испытаний должны быть использованы новые варисторы, а испытательные напряжения должны учитывать старение варисторов за период многолетней эксплуатации путем введения корректирующих коэффициентов, полученных в процессе испытания на ускоренное старение.

9.5.1.3 Напряжение источника питания при испытаниях на ускоренное старение и непосредственно рабочих испытаниях должно быть измерено с погрешностью не более ± 1 %, не допускается изменение его амплитудного значения более чем на 1 % при переходе от холостого хода источника питания до состояния полной нагрузки. Отношение максимального значения напряжения к действующему значению не должно отклоняться от $\sqrt{2}$ более чем на 2 %. Допускается отклонение напряжения промышленной частоты во время испытаний не более ± 1 % заданного значения.

9.5.1.4 Цикл рабочих испытаний должен состоять из:

- начальных измерений;
- подготовительных испытаний;
- собственно рабочих испытаний, включая предварительный нагрев секций в термокамере, приложение импульсов тока, приложение напряжений промышленной частоты;
- измерений и осмотра.

9.5.1.5 Испытание должно проводиться на трех образцах полностью собранных ОПН или его секциях при температуре окружающей среды (20 ± 15) °С. Наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение этих образцов должно быть не менее 2 кВ.

9.5.2 Подтверждение термической эквивалентности испытуемой секции ОПН должно проводиться либо испытаниями, либо расчетным путем.

9.5.2.1 Испытанию должны подвергаться поочередно полностью собранный ограничитель или его элемент (при многоэлементной конструкции), содержащий наибольшее количество варисторов на единицу длины, и секция ограничителя.

К варисторам должны быть прикреплены термопары и/или датчики для измерения температуры. Изготовитель может выбрать измерение температуры в одной или нескольких точках. При измерении температуры только в одной точке она должна быть расположена на расстоянии между 1/2 и 1/3 длины ограничителя (или секции) от его вершины. При измерении температуры в нескольких точках должна определяться средняя температура, при этом измерения должны проводиться на достаточном количестве точек.

9.5.2.2 Испытуемый образец (ограничитель или секцию) следует помещать в безветренном месте при температуре окружающего воздуха (20 ± 15) °С. Допустимое отклонение температуры окружающего воздуха от диапазона нормируемых значений не должно быть более ± 3 °С.

Варисторы должны быть нагреты до температуры приблизительно 120 °С путем приложения напряжения промышленной частоты с амплитудой, превышающей классификационное напряжение. Эта температура должна соответствовать среднему значению, если она измерена в нескольких точках, или одному значению, если температура измерена в одной контролируемой точке. Время нагрева должно быть приблизительно одинаковым и выбираться в пределах от нескольких минут до нескольких часов в зависимости от мощности источника напряжения. Когда предусмотренная температура достигнута, следует отключить источник напряжения и определить кривую охлаждения в течение не менее 2 ч. Если измерения проводятся в нескольких точках, то следует проводить кривую средней температуры.

9.5.2.3 Должно быть проведено сравнение кривых охлаждения полностью собранного ограничителя и секции с использованием средних значений или единственного значения температуры. Значения температур должны быть приведены к одной и той же температуре окружающей среды путем добавления разницы температур окружающей среды к кривой, снятой при более низкой температуре.

9.5.2.4 Секция считается термически эквивалентной, если в любое время периода охлаждения она имеет температуру, равную или выше температуры ограничителя.

9.5.3 Испытание на ускоренное старение

Испытание предназначено для определения скорректированных значений наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения $U^{*1)}_{нрс}$ и номинального напряжения $U^{*1)}_{нс}$, используемых в ходе рабочих испытаний, и определения характеристики «напряжение — время», позволяющих выполнять эти испытания на новых варисторах.

9.5.3.1 Три новых варистора должны быть помещены в термошкаф, к которым прикладывают испытательное напряжение промышленной частоты $U_и$, учитывающее неравномерность распределения напряжения вдоль ограничителя, которое для ограничителей с H не более 1 м определяют по формуле

$$U_и = U_{нр.в}(1 + 0{,}15 \cdot H), \quad (4)$$

где $U_{нр.в}$ — наибольшее длительно допустимое рабочее напряжение варистора, которое не должно отличаться от нормированного значения более чем на ± 1 %;

H — общая длина ОПН, м.

Допускается снижение значения коэффициента 0,15, учитывающего неравномерность распределения напряжения в ОПН, при условии, что равномерность распределения напряжения подтверждена измерениями или расчетом.

Во время настоящего испытания варистор должен находиться в среде, используемой в ОПН. Для этого испытание должно проводиться на отдельных варисторах в закрытой камере, объем которой должен, по крайней мере, в два раза превышать объем варистора, а плотность среды в камере должна быть не меньше чем плотность среды в ограничителе. Во время испытания температура поверхности варисторов должна контролироваться и поддерживаться равной (115 ± 4) °С

9.5.3.2 Три испытуемых образца должны быть нагреты до температуры (115 ± 4) °С. Через 1—2 ч после начала приложения напряжения $U_и$ должна быть измерена мощность потерь в варисторах P_1.

Мощность потерь в варисторах должна измеряться один раз через каждые 100 ч после первого измерения P_1. Через 1000 ч после начала старения при тех же самых условиях должна быть измерена мощность потерь варистора P_2.

Допустимы случайные отключения напряжения от испытательных образцов в течение испытательного периода общей длительностью не более 24 ч. Время перерывов не должно учитываться в суммарной продолжительности испытания. Заключительное измерение должно быть выполнено не менее чем после 100 ч непрерывной подачи напряжения. В пределах допустимых колебаний температуры все измерения должны быть проведены при одной и той же температуре ± 1 °С.

Минимальное значение мощности потерь среди измеренных не реже, чем через каждые 100 ч, обозначают $P_{мин}$ (рисунок 1).

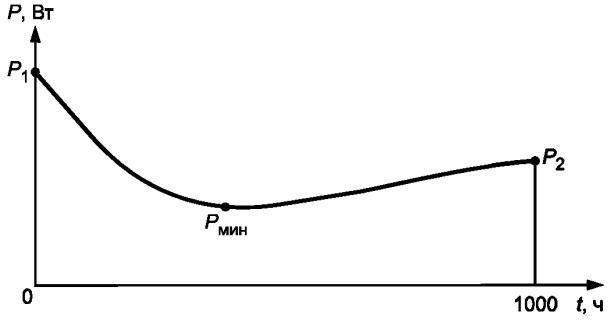


Рисунок 1 — Зависимость мощности потерь в ограничителе от времени испытаний при повышенной температуре

Если $P_2 \le 1{,}1 \cdot P_{мин}$, то рабочие испытания должны быть выполнены на новых варисторах, при этом:

- если $P_2 \le 1{,}1 \cdot P_1$, то $U_{нрс}$ и $U_{нс}$ используют без поправок;
- если $P_2 > P_1$, то для каждого образца следует определить отношение $P_2/P_1 = K_{ст}$ и из полученных отношений следует выбрать наибольшее значение $K_{ст.макс}$.

---

1) * — скорректированное значение параметра (здесь и далее).

Затем при температуре окружающей среды на трех новых варисторах должны быть измерены мощности потерь P_3 при $U_{нрс}$ и P_4 при $U_{нс}$. После этого напряжение поднимают до тех пор, пока соответствующие потери мощности P_5 (при $U_{нрс} = U_5$) и P_6 (при $U_{нс} = U_6$) не будут удовлетворять соотношению: $P_2/P_1 = P_5/P_3 = P_6/P_4 = K_{ст.макс}$.

Для каждого из варисторов должно быть определено отношение U_5/U_3 и U_6/U_4. Наибольшее из трех полученных значений отношения U_5/U_3 принимают в качестве корректирующего коэффициента $K^*_{ст.н}$ для получения значения скорректированного наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения секций, используемого в процессе рабочих испытаний и испытаний по определению характеристики «напряжение — время»: $U^*_{нрс} = K^*_{ст.нр} \cdot U_{нрс}$. Наибольшее из трех полученных значений отношения U_6/U_4 следует принять в качестве корректирующего коэффициента $K^*_{ст.н}$ для получения значения скорректированного номинального напряжения секций, используемого в процессе рабочих испытаний: $U^*_{нс} = K^*_{ст.н} \cdot U_{нс}$.

Время измерения должно быть достаточно коротким, чтобы избежать изменения мощности потерь вследствие нагрева.

Если $P_2 > 1{,}1 \cdot P_{мин}$, и $P_2 \geq P_1$, состаренные варисторы могут использоваться для последующих рабочих испытаний. Новые варисторы могут использоваться со скорректированными значениями $U^*_{нрс}$ и $U^*_{нс}$, но только по согласованию между потребителем и изготовителем.

Состаренные варисторы по определению —варисторы, испытанные согласно 9.5.3.

В таблице 5 обобщают эти случаи.

Таблица 5 — Определение повышенных испытательных напряжений для рабочих испытаний

Измеренные мощности потерь	Испытуемые образцы и испытательные напряжения для рабочих испытаний
$P_2 \leq 1{,}1\ P_{мин}$ и $P_2 \leq P_1$	Новые образцы при $U_{нрс}$ и $U_{нс}$
$P_2 \leq 1{,}1\ P_{мин}$ и $P_2 > P_1$	Новые образцы при $U^*_{нрс}$ и $U^*_{нс}$
$P_2 > 1{,}1\ P_{мин}$ и $P_2 < P_1$	Состаренные образцы при $U_{нрс}$ и $U_{нс}$
$P_2 > 1{,}1\ P_{мин}$ и $P_2 \geq P_1$	Состаренные образцы при $U_{нрс}$ и $U_{нс}$ (или новые образцы при $U^*_{нрс}$ и $U^*_{нс}$ после соглашения между производителем и потребителем)

Когда состаренные образцы используют при испытании в рабочем режиме, то перерыв между испытанием на старение и испытанием рабочего режима не должен превышать 24 ч.

9.5.4 Рабочие испытания ограничителей пропускной способности первого класса

Испытанию подлежат ОПН с номинальными разрядными токами 5000 и 10000 А с пропускной способностью до 400 А (первый класс по пропускной способности).

Полный испытательный цикл представлен на рисунке 2.

9.5.4.1 Начальные измерения

На каждом из трех испытуемых образцов при температуре окружающей среды должно быть определено остающееся напряжение грозового импульса при номинальном разрядном токе.

9.5.4.2 Подготовительные испытания

Образцы должны подвергаться подготовительному испытанию, состоящему из 20 грозовых импульсов тока 8/20 мкс, максимальное значение которого равно номинальному разрядному току ОПН. Импульсы должны прилагаться в тот момент, когда испытуемый образец находится под напряжением, в 1,2 раза превышающем его длительно допустимое рабочее напряжение. Приложение 20 импульсов должно проводиться четырьмя сериями по 5 импульсов в каждой.

Промежуток времени между последовательно прикладываемыми импульсами должен быть от 50 до 60 с, а промежуток времени между сериями должен составлять от 25 до 30 мин. Допускается не оставлять образец под напряжением между сериями импульсов. Импульсный ток должен быть той же полярности, что и полупериод напряжения промышленной частоты, во время которого он возникает;

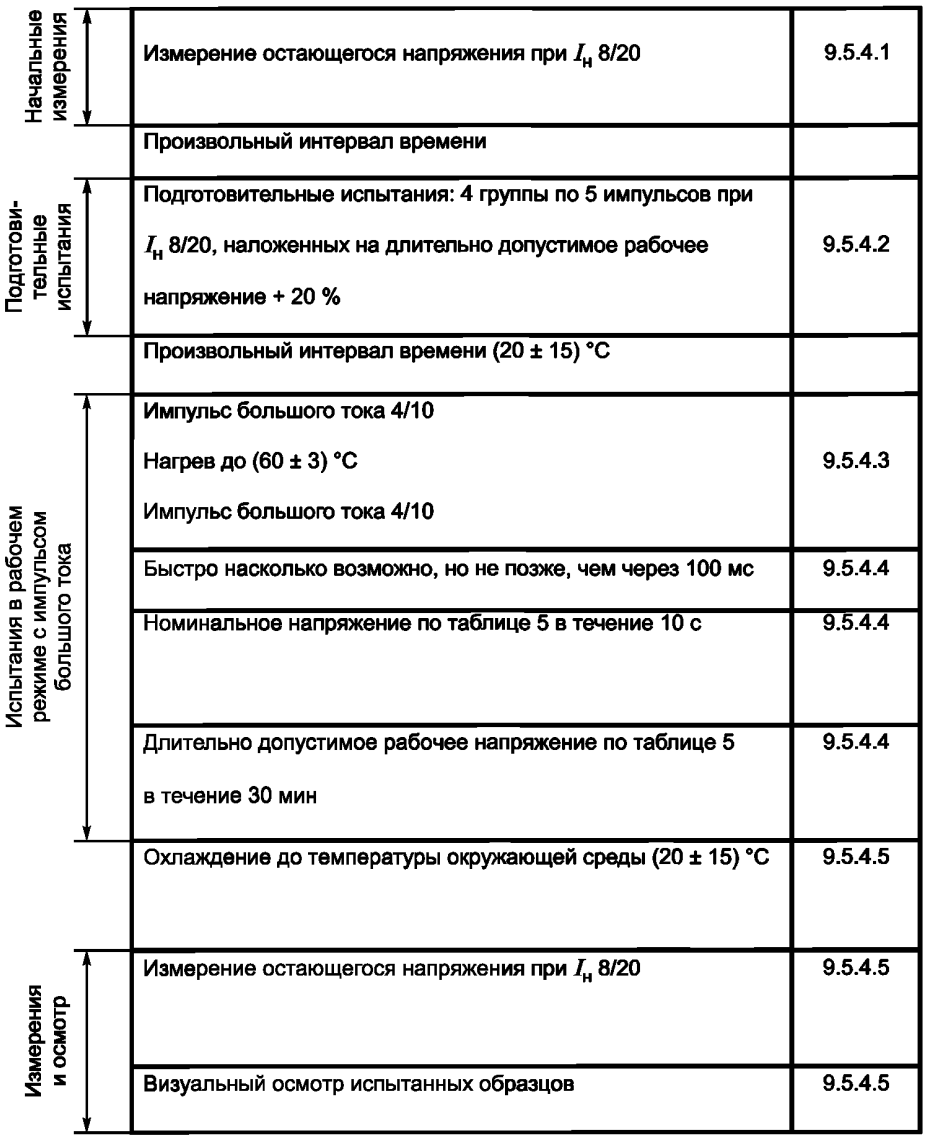


Рисунок 2 — Рабочие испытания ОПН первого класса пропускной способности и с номинальным разрядным током 10000 А

импульсный ток должен прикладываться при (60 ± 15) электрических градусах перед амплитудой промышленной частоты. Подготовительные испытания могут быть проведены на варисторах на открытом воздухе при температуре (20 ± 15) °С. Приложенные значения импульсного тока должно составлять от 90 % до 110 % нормированного максимального значения.

После подготовительного испытания варисторы должны быть сохранены для их дальнейшего использования во время рабочих испытаний (рисунок 2).

9.5.4.3 Приложение импульсов большого тока

В начале испытания температура испытуемого образца должна быть равна (20 ± 15) °С.

Настройка испытательного оборудования должна быть такой, чтобы измеренные значения импульсов тока были в следующих пределах:

а) от 90 % до 110 % нормированного максимального значения;

б) от 3,5 до 4,5 мкс для длительности фронта;

в) от 9 до 11 мкс для длительности импульса;

г) максимальное значение волны тока противоположной полярности должно быть не более 20 % максимального значения импульса тока;

д) колебания импульса тока вблизи максимума импульса не должны превышать ± 5 % максимального значения импульса тока. В таких случаях должна быть проведена средняя кривая для определения максимального значения.

Полярность импульсов тока, прикладываемых во время подготовительных испытаний, и следующих за ними импульсов большого тока должна быть одинаковой.

Испытуемый образец подвергают воздействию двух импульсов большого тока с максимальным значением 65 кА.

После приложения первого импульса испытуемый образец должен быть нагрет в термостате таким образом, чтобы в момент приложения второго импульса его температура составляла (60 ± 3) °С. Испытания должны проводиться при температуре окружающей среды (20 ± 15) °С.

На каждом импульсе должен быть записан импульсный ток, и осциллограммы тока на одном и том же образце не должны указывать на пробой или перекрытие образца.

9.5.4.4 Не позднее, чем через 100 мс после приложения второго импульса большого тока, к образцам в течение 10 с должно быть приложено номинальное напряжение промышленной частоты в соответствии с таблицей 5. Затем напряжение должно быть снижено до наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения в соответствии с таблицей 5 и выдерживаться в течение 30 мин для подтверждения термической устойчивости или термической неустойчивости образца.

С целью подтверждения термической устойчивости или термической неустойчивости испытуемых образцов во время приложения длительно допустимого рабочего напряжения промышленной частоты в соответствии с таблицей 5 должна контролироваться температура варисторов или активная составляющая тока, или выделяющаяся в варисторах мощность потерь.

9.5.4.5 После полного завершения цикла испытаний и охлаждения испытуемого образца до температуры окружающей среды должно быть повторно определено (9.5.4.1) остающееся напряжение при номинальном разрядном токе.

Считается, что испытуемый образец ОПН успешно прошел испытание, если:

- он термически устойчив;
- изменение остающегося напряжения, измеренное до и после испытания составило не более ± 5 %;
- визуальный осмотр испытуемых образцов не выявил пробоя, перекрытия, растрескивания варисторов или иных видимых повреждений.

Если ограничитель имеет полимерную изоляцию и изготовитель заявляет, что варисторы не могут быть извлечены из испытуемого образца, то должны быть выполнены следующие дополнительные проверки: после испытаний к образцу должны быть приложены два импульса номинального разрядного тока $I_н$. Первый импульс должен быть приложен по прошествии достаточного времени, чтобы образец остыл до температуры окружающего воздуха. Второй импульс следует прикладывать спустя 50—60 с после первого.

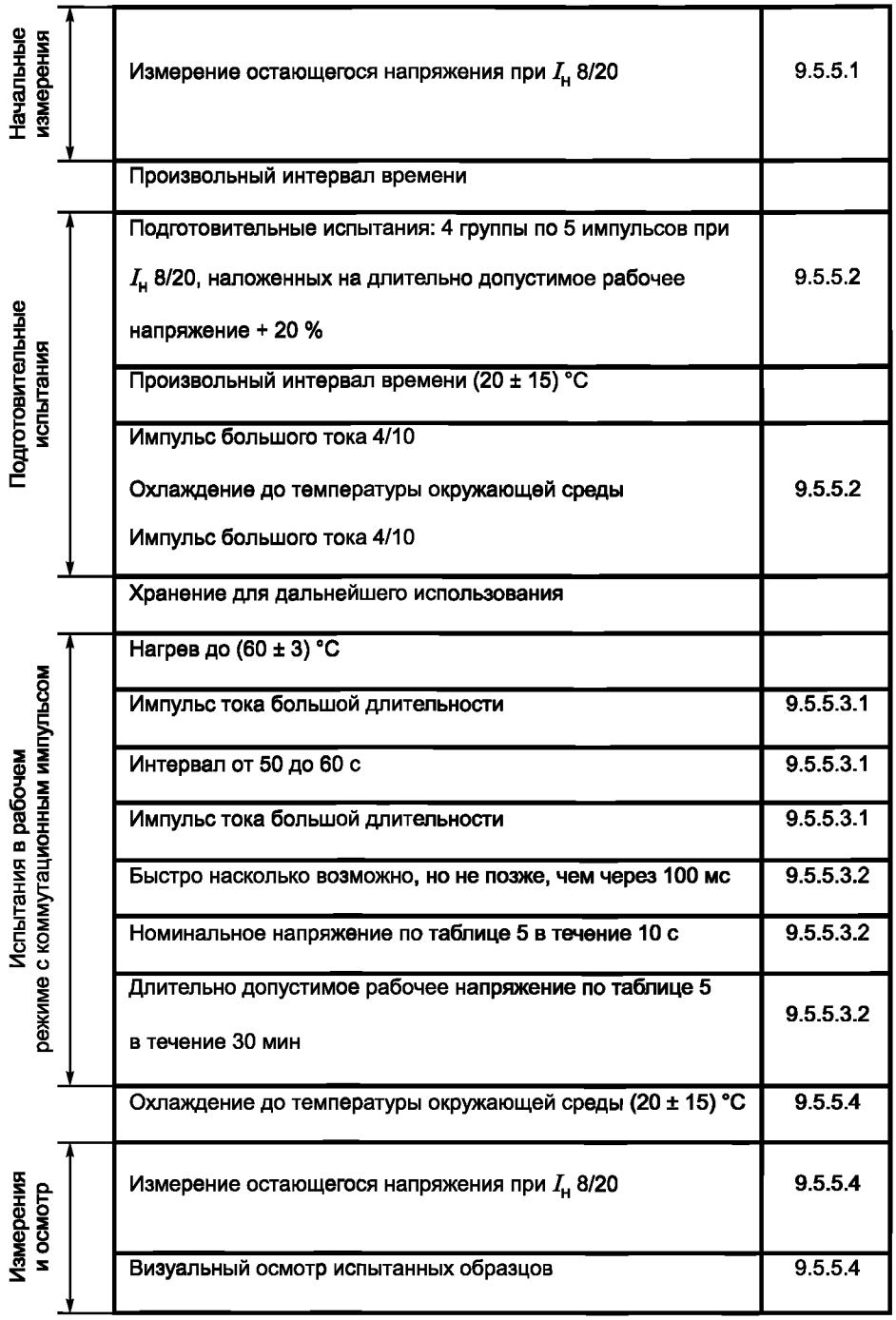
Считается, что образец успешно прошел испытания, если:

- в течение этих двух импульсов на осциллограммах как напряжения, так и тока отсутствуют признаки пробоя;
- изменение остающегося напряжения между начальным измерением (9.5.4.1) и последним импульсом не превышает 5 %.

9.5.5 Рабочие испытания ограничителей 2—5-го классов пропускной способности

Испытанию подлежат ОПН с пропускной способностью 401 А и более и номинальными разрядными токами 10000 и 20000 А.

Полный испытательный цикл представлен на рисунке 3.



Начальные измерения	Измерение остающегося напряжения при $I_н$ 8/20	9.5.5.1
	Произвольный интервал времени	
Подготовительные испытания	Подготовительные испытания: 4 группы по 5 импульсов при $I_н$ 8/20, наложенных на длительно допустимое рабочее напряжение + 20 %	9.5.5.2
	Произвольный интервал времени (20 ± 15) °С	
	Импульс большого тока 4/10 Охлаждение до температуры окружающей среды Импульс большого тока 4/10	9.5.5.2
	Хранение для дальнейшего использования	
Испытания в рабочем режиме с коммутационным импульсом	Нагрев до (60 ± 3) °С	
	Импульс тока большой длительности	9.5.5.3.1
	Интервал от 50 до 60 с	9.5.5.3.1
	Импульс тока большой длительности	9.5.5.3.1
	Быстро насколько возможно, но не позже, чем через 100 мс	9.5.5.3.2
	Номинальное напряжение по таблице 5 в течение 10 с	9.5.5.3.2
	Длительно допустимое рабочее напряжение по таблице 5 в течение 30 мин	9.5.5.3.2
	Охлаждение до температуры окружающей среды (20 ± 15) °С	9.5.5.4
Измерения и осмотр	Измерение остающегося напряжения при $I_н$ 8/20	9.5.5.4
	Визуальный осмотр испытанных образцов	9.5.5.4

Рисунок 3 — Рабочие испытания ОПН с пропускной способностью 401 А и более и с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А

9.5.5.1 Начальные измерения

На каждом из трех испытуемых образцов (варисторах) при температуре окружающей среды должно быть определено остающееся напряжение грозового импульса при номинальном разрядном токе.

Испытуемые образцы должны быть соответствующим образом маркированы с целью обеспечения одной и той же полярности испытательных импульсов, прикладываемых к образцам в процессе рабочих испытаний.

9.5.5.2 Подготовительные испытания

Подготовительные испытания должны состоять из двух частей.

В первой части подготовительных испытаний образцы должны быть подвергнуты приложению 20 импульсов тока 8/20 мкс, максимальное значение которого равно номинальному разрядному току ОПН. Импульсы должны прилагаться в тот момент, когда испытуемый образец находится под напряжением, в 1,2 раза превышающем его длительно допустимое рабочее напряжение. Приложение 20 импульсов должно проводиться четырьмя сериями по 5 импульсов в каждой. Промежуток времени между последовательно прикладываемыми импульсами должен быть от 50 до 60 с, а промежуток времени между сериями должен составлять от 25 до 30 мин.

Допускается не оставлять образец под напряжением между сериями импульсов. Импульсный ток должен быть той же полярности, что и полупериод напряжения промышленной частоты, во время которого он возникает; импульсный ток должен прикладываться при (60 ± 15) электрических градусах перед амплитудой напряжения промышленной частоты. Подготовительные испытания могут быть проведены на варисторах на открытом воздухе при температуре (20 ± 15) °С. Максимальные значения приложенных импульсов тока должны составлять от 90 % до 110 % нормированного максимального значения.

Во второй части подготовительных испытаний образцы должны быть подвергнуты приложению импульса большого тока 4/10 мкс с нормированным максимальным значением, равным 100 кА, последующим охлаждением образца до температуры окружающей среды и приложением второго импульса большого тока 4/10 мкс с нормированным максимальным значением, равным 100 кА. Максимальное значение импульсов тока должно находиться в пределах от 90 % до 100 % нормированного максимального значения.

После проведения настоящего подготовительного испытания секции должны быть сохранены для дальнейшего использования во время рабочего испытания импульсами тока большой длительности.

9.5.5.3 Приложение импульсов

9.5.5.3.1 До начала испытаний испытуемые образцы должны быть нагреты в термостате таким образом, чтобы в момент приложения первого импульса тока температура варисторов составляла (60 ± 3) °С. Испытания должны проводиться при температуре окружающей среды (20 ± 15) °С.

К секции ОПН должно быть приложено два импульса тока пропускной способности с амплитудой, нормированной изготовителем. Интервал между импульсами должен составлять от 50 до 60 с. Импульсы, прикладываемые во время подготовительного испытания, и импульсы тока пропускной способности должны иметь одинаковую полярность.

9.5.5.3.2 Не позднее, чем через 100 мс после второго импульса тока пропускной способности к образцам должно быть приложено номинальное напряжение промышленной частоты в соответствии с таблицей 5 в течение 10 с. Затем напряжение должно быть снижено до наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения в соответствии с таблицей 5 и выдерживаться в течение 30 мин для подтверждения термической устойчивости или термической неустойчивости.

Во время приложения длительно допустимого рабочего напряжения в соответствии с таблицей 5 с целью подтверждения термической устойчивости или термической неустойчивости должны контролироваться температура варисторов или активная составляющая тока, или выделяющаяся в варисторах мощность потерь.

Энергия, рассеиваемая испытуемым образцом, должна определяться по осциллограммам второго импульса тока и соответствующего ему напряжения на образце. Значение энергии и величина отношения этой энергии к наибольшему длительно допустимому рабочему напряжению образца должны быть указаны в протоколе типовых испытаний и могут быть использованы для определения зависимости «напряжение — время».

9.5.5.4 После полного завершения цикла испытаний и охлаждения испытуемого образца до температуры окружающей среды должно быть повторно определено остающееся напряжение при номинальном разрядном токе (9.5.5.1).

Считается, что ОПН успешно прошел испытание, если:

- он термически устойчив;
- изменение остающегося напряжения до и после испытания составило не более ± 5 %;
- осмотр испытуемых образцов не выявил пробоя, перекрытия, растрескивания варисторов или иных видимых повреждений.

Если ограничитель имеет полимерную изоляцию и изготовитель заявляет, что варисторы не могут быть извлечены из испытуемого образца, то визуальный осмотр применяют только к внешним частям испытуемого образца. Для проверки целости и отсутствия повреждений внутренних частей испытуемого образца должен быть приложен дополнительный импульс тока пропускной способности после того, как образец остыл до температуры окружающей среды. Считается, что образец выдержал испытания после 3-го импульса тока пропускной способности, если на осциллограммах тока и напряжения отсутствуют признаки пробоя.

9.5.5.5 Оценка термической устойчивости во время рабочих испытаний

Секции ОПН, подвергнутые рабочим испытаниям, считаются термически устойчивыми и выдержавшими испытание, если амплитудное значение активной составляющей тока или мощности потерь, или температура варисторов постоянно уменьшается, по крайней мере, в течение последних 30 мин приложения наибольшего рабочего напряжения в соответствии с таблицей 5 (9.5.3.2).

В случаях, когда отсутствует снижение параметра, по которому осуществляют контроль (амплитуда активной составляющей тока, мощность потерь или температура варисторов), следует увеличить время приложения наибольшего рабочего напряжения до того момента, пока не будет подтверждено постоянное снижение выбранного параметра. Если тенденция к возрастанию тока или мощности потерь, или температуры не подтверждена после 3 ч приложения напряжения, то образец считают термически устойчивым.

9.6 Определение характеристики «напряжение — время»

9.6.1 Для ограничителей с наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением 73 кВ и более характеристика «напряжение — время» как с предварительным нагружением нормируемым импульсом тока, так и без него должна определяться не менее чем по трем точкам для времени, находящегося в диапазонах от 1 до 10, от 10 до 30 и от 1000 до 1200 с. Для ограничителей с наибольшим рабочим длительно допустимым напряжением до 73 кВ третья точка характеристики должна сниматься в диапазоне от 3000 до 3600 с.

Испытания должны проводиться на трех новых образцах, изготовленных так же, как для рабочих испытаний. На каждом образце получают по одной точке характеристики напряжение — время» без предварительного нагружения и одной точке с нагружением. Измерения должны проводиться на тех же испытательных установках, что и рабочие испытания.

Испытания должны начинаться с предварительного нагрева испытуемого образца до (60 ± 3) °С.

9.6.2 Для получения характеристики «напряжение — время» без предварительного воздействия нормируемой энергии к секции должно прикладываться поочередно одно из повышенных напряжений из диапазона времени по 9.6.1, которое выдерживается в течение нормируемого времени. После этого напряжение снижают до значения, равного наибольшему длительно допустимому рабочему напряжению в соответствии с таблицей 5, и выдерживают в течение 30 мин. В течение времени приложения наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения должна проверяться термическая устойчивость образца одним из методов, приведенных в 9.5.5.5.

9.6.3 Для получения характеристики «напряжение — время» с предварительным воздействием нормируемой энергии в зависимости от класса пропускной способности ОПН к секции должны быть приложены следующие импульсы:

- для ограничителей 1-го класса пропускной способности и с номинальным разрядным током 5000 и 10000 А — один импульс большого тока 4/10 мкс с амплитудой 65000 А;
- для ограничителей 2—5-го классов пропускной способности и номинальным разрядным током 10000 и 20000 А — два прямоугольных импульса тока с максимальным значением, равным току пропускной способности ОПН, с интервалом между импульсами в диапазоне от 50 до 60 с. Не позднее, чем через 100 мс после приложения нормированных импульсов, к испытуемой секции должно быть приложено одно из повышенных напряжений из диапазона времени по 9.6.1, которое выдерживают в течение нормируемого времени, после чего напряжение снижают до значения, равного наибольшему длительно допустимому рабочему напряжению в соответствии с таблицей 5, и выдерживают в течение 30 мин. В течение времени приложения наибольшего длительно допустимого рабочего напряжения в соответствии с таблицей 5 должна проверяться термическая устойчивость образца одним из методов, приведенных в 9.5.5.5.

9.6.4 Допускается определение точек характеристики «напряжение — время» совмещать с рабочими испытаниями.

9.7 Проверка электрической прочности корпуса ОПН

9.7.1 Общие положения

Испытания должны проводиться на наиболее нагруженном типопредставителе.

Испытания должны проводиться на полностью собранной конструкции с установленными экранными кольцами.

Для проведения испытаний внешняя поверхность корпуса должна быть тщательно очищена, а внутренние части должны быть удалены. Допускается заполнение внутреннего объема диэлектриком, применяемым в ограничителе. Возможна замена внутренней части эквивалентным устройством, например шунтирующими элементами, с целью обеспечения линейного распределения напряжения вдоль оси ОПН.

Для ОПН в полимерном корпусе в случае, когда его внешняя изоляция напрессовывается непосредственно на варисторы или на некоторую подложку из изоляционного материала, эти испытания могут быть выполнены на корпусе, напрессованном на соответствующую изоляционную подложку.

9.7.2 Условия окружающей среды во время испытаний

Напряжение, прикладываемое во время испытания выдерживаемым напряжением, определяют умножением нормированного значения выдерживаемого напряжения на поправочный коэффициент, учитывающий отличие климатических условий проведения испытаний от нормальных, в соответствии с методикой ГОСТ 1516.2.

9.7.3 Методика испытаний под дождем

Изоляция корпуса ОПН категории размещения 1 должна быть подвергнута испытанию выдерживаемым напряжением под дождем согласно методике испытаний, указанной в ГОСТ 1516.2.

9.7.4 Испытания напряжением грозового импульса

Испытания изоляции корпуса ОПН должны проводиться 15-ударным методом по ГОСТ 1516.2. При нормальных атмосферных условиях испытательное напряжение должно быть не менее остающегося напряжения ОПН при номинальном разрядном токе, умноженного на 1,3.

Корпус ОПН считается успешно выдержавшим испытание, если не было ни одного внутреннего сквозного перекрытия и если количество внешних завершенных разрядов не превышает двух для каждой серии из 15 импульсов.

9.7.5 Испытание напряжением коммутационного импульса

Изоляция корпуса ограничителя с наибольшим рабочим длительно допустимым рабочим напряжением 210 кВ и выше и номинальным разрядным током 10000 и 20000 А должна быть испытана приложением коммутационного импульса напряжения. Корпуса ограничителей категории размещения 1 должны быть испытаны под дождем, корпуса ограничителей категории размещения 2 — в сухом состоянии.

Испытания изоляции корпуса ОПН должны проводиться 15-ударным методом по ГОСТ 1516.2. При нормальных атмосферных условиях испытательное напряжение должно быть не менее значения остающегося напряжения на ОПН при наибольшем из указанных в таблице 2 значений коммутационных токов для соответствующего класса ОПН по пропускной способности, умноженного на 1,25.

Корпус ОПН считается успешно выдержавшим испытание, если не произошло ни одного внутреннего сквозного перекрытия и если количество внешних завершенных разрядов не превышает двух для каждой серии из 15 импульсов.

9.7.6 Испытание одноминутным напряжением промышленной частоты

Одноминутному испытательному напряжению промышленной частоты должна подвергаться изоляция корпусов ограничителей с номинальным разрядным током 5000 А, а также корпусы ограничителей с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А и наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением менее 210 кВ.

Для ограничителей категории размещения 1 по ГОСТ 15150 испытания должны проводиться под дождем, для ограничителей категории размещения 2 по ГОСТ 15150 испытания должны проводиться в сухом состоянии и при оттаивании инея.

Изоляция корпусов ОПН с номинальным разрядным током 5000 А, а также корпусов ОПН с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А и с наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением до 48 кВ включительно должна выдерживать одноминутное испытательное напряжение промышленной частоты, амплитудное значение которого должно быть не менее остающегося напряжения при номинальном разрядном токе, умноженного на 0,88.

Изоляция корпуса ОПН с номинальным разрядным током 10000 и 20000 А при наибольшем длительно допустимом рабочем напряжении менее 210 кВ должна выдерживать одноминутное испытательное напряжение промышленной частоты, амплитудное значение которого должно быть не менее остающегося напряжения на ОПН при наибольшем из указанных в таблице 2 значений коммутационных токов для соответствующего класса ОПН по пропускной способности, умноженного на 1,06.

9.7.7 Испытания изоляции корпуса ОПН в условиях образования инея с последующим его оттаиванием должны проводиться по ГОСТ 20.57.406 (метод 206-1).

9.8 Испытания на взрывобезопасность

9.8.1 Испытания должны проводиться на трех образцах, два из которых испытывают большим, а один — малым током КЗ. Испытания проводят на наибольших по высоте образцах в случае одноэлементной конструкции ОПН или на наиболее высоких элементах в случае многоэлементной конструкции. Если в конструкции ОПН данного типа имеются элементы с различной толщиной стенок изоляционной покрышки, то испытания должны проводиться на элементах с самой большой и самой малой толщинами изоляционной покрышки.

9.8.2 Для проверки взрывобезопасности в предназначенном для испытаний ОПН (элементе) следует зашунтировать при помощи медной проволоки нелинейные последовательные варисторы по всей длине вдоль их боковой поверхности.

Диаметр проволоки должен быть не более 0,5 мм и рассчитан таким образом, чтобы проволока расплавилась за время, соответствующее не более чем 30 электрическим градусам от момента появления тока в цепи короткого замыкания.

Допускается инициирование дуги в ограничителе осуществлять за счет его перегрузки напряжением промышленной частоты (1,6—1,7 $U_{нр}$) с последующим подключением импульсного генератора больших токов.

Испытуемый ОПН (элемент) следует укрепить в соответствии с инструкцией по монтажу.

В случае многоэлементной конструкции и при расположении клапанов сброса давления противовзрывных устройств во фланцах элементов на испытуемом элементе со стороны противовзрывного устройства следует укрепить второй элемент или его металлическую арматуру так, чтобы во время испытания создать естественные условия работы противовзрывного устройства. Ограничитель или элемент должен быть окружен цилиндром высотой не менее 0,3 м диаметром, равным внешнему диаметру ОПН или элемента, увеличенным на его двухкратную высоту, но не менее 1,8 м.

Основание ОПН (элемента) должно быть установлено на высоте верхнего края окружающего цилиндра.

9.8.3 Испытание на взрывобезопасность должно проводиться большим и малым токами короткого замыкания в испытательной однофазной цепи при напряжении от 0,77 до 1,0 номинального напряжения ограничителя (элемента).

Испытание большими токами короткого замыкания допускается проводить при напряжении менее 0,77 номинального напряжения ограничителя (элемента).

В случае испытания отдельных элементов ОПН испытательное напряжение уменьшается соответственно отношению высоты испытуемого элемента к высоте ОПН.

Для испытания большим током короткого замыкания мощность применяемого источника тока короткого замыкания должна быть достаточна, чтобы действующее значение периодической составляющей тока в течение 0,2 с не уменьшилось ниже 75 % значения ожидаемого испытательного тока. Коэффициент мощности при коротком замыкании в этой цепи не должен быть более 0,1.

При испытании большим током короткого замыкания и напряжении более 0,77 номинального напряжения ограничителя испытуемый ограничитель (элемент), включенный в цепь короткого замыкания, нужно зашунтировать внешним проводом. Параметры цепи короткого замыкания следует подобрать так, чтобы коэффициент мощности не превышал 0,1, а также, чтобы в этой цепи периодическая составляющая тока соответствовала значению ожидаемого тока короткого замыкания, нормируемого изготовителем, с допуском от 0 % до + 20 %, а наивысшее мгновенное значение тока было не менее чем в 2,5 раза больше действующего значения периодической составляющей.

Затем следует снять внешний короткозамыкающий провод и испытать ОПН (элемент). После испытаний, в случае разрушения корпуса, все части испытуемого образца должны оставаться в зоне, ограниченной цилиндром.

Испытание большим током короткого замыкания при напряжении меньше, чем 0,77 номинального напряжения ОПН, следует выполнять в цепи короткого замыкания, параметры которой должны быть подобраны так, чтобы действующее значение периодической составляющей тока короткого замыкания, протекающего через испытуемый ОПН (элемент), было не менее значения, нормируемого изготовителем.

Наибольшее мгновенное значение тока короткого замыкания в этом случае должно иметь значение не менее чем в 1,7 раза больше действующего значения периодической составляющей.

9.8.4 При испытании малым током короткого замыкания параметры испытательной цепи должны быть подобраны так, чтобы через ограничитель (элемент) во время испытания протекал ток с действующим значением (800 ± 80) А, измеренный спустя 0,1 с с момента начала короткого замыкания. Во время испытания действующее значение тока не должно уменьшаться больше чем на 10 % по отношению к начальному значению.

Результат испытания следует считать положительным, если ОПН не разрушился, или, в случае разрушения корпуса, все части испытуемого образца находятся в зоне, ограниченной цилиндром.

9.9 Испытания на пожаробезопасность

Испытания на пожаробезопасность проводят по ГОСТ 20.57.406 (метод 409-1).

9.10 Испытания на изменение температуры среды

9.10.1 Испытания должны проводиться на трех образцах по методике ГОСТ 20.57.406 (метод 205-2) при верхнем и нижнем значениях температуры в соответствии с условиями размещения по

ГОСТ 15543.1. Количество циклов — 2, длительность выдержки — в зависимости от массы образца по ГОСТ 16962.1, скорость изменения температуры — не более 1 °С/мин.

9.10.2 Перед началом и после окончания испытаний должно быть измерено классификационное напряжение или ток проводимости при наибольшем длительно допустимом рабочем напряжении ограничителя и температуре окружающей среды (20 ± 15) °С и проведен осмотр поверхности образца.

9.10.3 Ограничитель считается выдержавшим испытания, если:

- изменение классификационного напряжения или тока проводимости за время испытаний не превышает 5 %;
- на внешней поверхности изоляционного корпуса отсутствуют следы повреждений.

9.11 Испытания на механическую прочность

9.11.1 Испытания должны быть выполнены на собранном ОПН или его элементах. Испытуемые образцы должны быть установлены в вертикальном положении и закреплены на рабочей поверхности испытательного стенда в соответствии с инструкцией по монтажу. Нагрузка должна быть приложена к свободному концу ОПН. Направление нагрузки должно пройти через продольную ось ОПН перпендикулярно к ней в направлении приложения наименьшей механической силы (продольная ось ОПН должна в начальной позиции ОПН соответствовать продольной оси в вертикальном положении).

Если ОПН содержит больше чем один элемент или если ОПН имеет различные нормированные моменты изгиба на обоих концах, испытания должны быть выполнены так, чтобы оценить каждый отличный указанный момент изгиба при нагрузках.

Испытания должны быть выполнены без внутреннего избыточного давления.

Примечание — Размещенные в полимерном корпусе ограничители дополнительно должны быть подвергнуты испытанию на проникновение влаги, в то время как максимальная непрерывная консольная нагрузка должна прикладываться в различных направлениях и при различных температурах.

9.11.2 Для проверки механической прочности опорной конструкции испытательная сила P должна быть не менее рассчитанной по формуле

$$P = 1{,}1(P_V + P_D), \tag{5}$$

где P_V — сила, отображающая момент изгиба от напора ветра со скоростью $V = 40$ м/с, вычисляемая по формуле

$$P_V = \frac{1}{2} 0{,}7 \frac{V^2}{1{,}6} \cdot Hd + 1{,}4 \frac{V^2}{1{,}6} (ld_1 n + d_1 d_3) \approx V^2[0{,}22Hd + 0{,}875(ld_1 n + d_1 d_3)], \tag{6}$$

где H — высота ОПН, м;

d — наружный диаметр изоляционной покрышки, определяемый как средний диаметр тарелки, м;

l — длина тяги экранирующего кольца, м;

d_1 — диаметр тяги, м;

n — число тяг;

d_2 — диаметр экранирующего кольца, м;

d_3 — диаметр трубы экранирующего кольца, м;

P_D — дополнительная сила, отображающая тяжение проводов, равная нагрузкам, указанным в таблице 3.

При расчете испытательной силы, отображающей скорость ветра $V = 15$ м/с и гололед с толщиной стенки 2 см, в формуле все диаметры (d, d_1, d_2, d_3) должны быть увеличены на 4 см.

Примечание — При испытаниях многоэлементных ограничителей допускается выполнять испытания на одном элементе, который подвержен наибольшим механическим напряжениям, увеличивая испытательную силовую нагрузку по отношению к высоте ограничителя H и элемента h: $P_1 = P \cdot H/h$.

9.11.3 Испытуемые образцы должны содержать внутренние части.

До начала испытаний каждый испытуемый образец должен быть подвергнут контролю на герметичность и частичные разряды.

9.11.4 Изгибающая нагрузка должна увеличиваться плавно до испытательного значения за время от 30 до 90 с. Максимальная нагрузка должна быть выдержана в течение 60—90 с. В это время должна быть измерена деформация. Затем нагрузку плавно снижают и регистрируют остаточную деформацию.

Примечание — Должны быть предприняты меры предосторожности, потому что корпус ограничителя может быть сломан или расколот при приложении нагрузки.

9.11.5 Считается, что ОПН выдержал испытания, если после испытаний:

- отсутствуют видимые механические повреждения;
- кривая зависимости величины отклонения от приложенной силы не имеет скачков;
- деформация корпуса после снятия изгибающего момента не превышает ± 5 % состояния до приложения изгибающего момента;
- подтверждена герметичность;
- уровень частичных разрядов не превышает нормируемого значения.

9.11.6 Для подвесной конструкции климатического исполнения ХЛ данные испытания должны проводиться на растяжение с приложением испытательной силы, рассчитанной с учетом веса ограничителя, подводящих проводов, с учетом воздействия на них льда и ветра, к фланцу, за который осуществляется подвеска ОПН, в направлении вертикально вниз.

9.11.7 Проверка ОПН при вибрации должна проводиться в соответствии с ГОСТ 16962.2 (метод 103-2.3). Испытания допускается проводить на составных элементах ОПН.

9.12 Испытания на герметичность

9.12.1 Испытания на герметичность должны проводиться на одном полностью собранном ОПН каждого типа или его элементе (если конструкции и размеры корпусов ограничителей разных типов не совпадают), прошедшем испытания на выдерживаемое механическое усилие (9.11). Испытуемый образец не комплектуется экраном.

9.12.2 Если ограничитель содержит газовые (воздушные) полости, то испытания должны проводиться по ГОСТ 20.57.406 (метод 401-6).

9.12.3 Если ограничитель изготовлен под вакуумом и не содержит газовые (воздушные) полости, то испытуемый образец помещают в сосуд (ванну) с кипящей деминерализованной водой на 42 ч. Вода в ванне должна полностью закрывать испытуемый образец. Испытуемый образец должен устанавливаться в ванну на подставку из материала с низкой теплопроводностью (дерево). Во время испытаний образец должен находиться в неизменном положении, минимальное расстояние от образца до стенок ванны должно быть не менее диаметра оболочки ограничителя по ребрам.

Непосредственно после кипячения образец должен быть извлечен из ванны и выдержан в помещении с нормальной температурой до полного высыхания внешней поверхности. Затем следует провести внешний осмотр и измерение уровня частичных разрядов.

Временной интервал между извлечением образца из ванны и окончанием измерения уровня частичных разрядов не должен превышать 24 ч.

Ограничитель считается выдержавшим испытание, если не произошло растрескивание или вспучивание покрышек или фланцев, а уровень измеренных частичных разрядов не превысил нормируемого в 6.4.11 значения.

9.12.4 При приемосдаточных испытаниях испытание на герметичность должны проводиться на ограничителях, содержащих газовые полости. Испытания проводят сплошным контролем на полностью собранных ОПН любым чувствительным методом, принятым изготовителем.

9.13 Испытания на устойчивость к воздействиям окружающей среды

9.13.1 Ускоренные испытания на воздействие окружающей среды должны показать, что в процессе эксплуатации конструкции уплотнения и незащищенные металлические элементы ограничителя не повреждаются при воздействии окружающей среды.

Ограничители одной и той же конструкции, отличающиеся только габаритными размерами, в которых используют одни и те же материалы, следует рассматривать как один и тот же тип ограничителя.

У ограничителей с внутренним газовым объемом и отдельной системой герметизации внутренние части могут отсутствовать.

Испытания должны последовательно выполняться на одном и том же образце.

Сначала должно быть выполнено испытание циклическим изменением температуры. Ограничители в полимерном корпусе испытаниям на циклическое изменение температуры не подвергают.

9.13.2 До испытаний испытуемый образец должен быть подвергнут проверке на:

- герметичность (для ограничителя в фарфоровом корпусе, и в полимерном корпусе, имеющем внутренний газовый объем);
- уровень внутренних частичных разрядов (для ограничителя в полимерном корпусе, имеющем внутренний газовый объем).

9.13.3 Испытание циклическим изменением температуры должно быть выполнено по методике ГОСТ 28209. Образец поочередно подвергают воздействию низкой температуры (холодный период) и высокой температуры (горячий период).

В горячий период испытаний температура должна быть не ниже плюс 40 °С, но не выше плюс 70 °С. В холодный период температура не менее чем на 85 °С ниже фактического значения температуры, использованной в горячий период; однако самая низкая температура в холодный период не должна быть ниже минус 5 °С, при этом:

- скорость изменения температуры — 1 град/мин;
- длительность воздействия каждого уровня температуры — 3 ч;
- число циклов — 10.

9.13.4 Испытания диоксидом серы должны быть проведены по методике ГОСТ 28226:

- концентрация диоксида серы — $25 \cdot 10^{-6}$ ($\pm 5 \cdot 10^{-6}$) (по объему);
- продолжительность испытаний — 21 день (20 циклов по 24 ч каждый).

9.13.5 Испытания в соляном тумане должны выполняться по методике ГОСТ 28207:

- концентрация соли в растворе — (5 ± 1) % по весу;
- продолжительность испытаний — 96 ч.

9.13.6 Оценка результатов испытаний

Измерения, выполненные перед испытаниями, должны быть повторены. Ограничитель считается выдержавшим испытания, если:

- отсутствуют видимые механические повреждения;
- ограничитель выдержал испытания на герметичность.

Примечание — Для ограничителей в полимерном корпусе проверку на герметичность проводят только при наличии внутреннего газового объема, уровень внутренних частичных разрядов не должен превышать 10 пКл.

9.14 Испытания на прочность при транспортировании

Испытания проводят по методике ГОСТ 23216 на образцах в упаковке. При испытаниях методом перевозки на автомашине скорость перевозки для дорог, мощеных булыжником, или грунтовых дорог не должна превышать 40 км/ч, для асфальтовых — 80 км/ч. Способ крепления должен обеспечивать отсутствие смещения груза (упаковки ОПН). Допускается проведение испытаний на стенде.

Ограничитель считается выдержавшим испытание, если:

- отсутствуют видимые механические повреждения;
- классификационное напряжение, измеренное до и после испытаний, отличается не более чем на 5 %.

9.15 Измерения внутренних частичных разрядов

9.15.1 Измерения должны проводиться на полностью собранном ОПН, укомплектованном экраном.

Для многоэлементной конструкции допускается проводить испытания на элементах и при отсутствии экрана.

Испытуемый образец может быть экранирован от внешних частичных разрядов.

9.15.2 Измерение частичных разрядов проводят при напряжении промышленной частоты. Напряжение на ограничителе плавно поднимают до 1,25 $U_{нр,}$ а затем через 10 с снижают до уровня 1,05 $U_{нр}$, при котором проводят измерение частичных разрядов по ГОСТ 20074.

Ограничитель считается выдержавшим испытание, если уровень частичных разрядов не превышает 10 пКл.

9.15.3 При приемосдаточных испытаниях отсутствие частичных разрядов и контактных шумов проверяют на каждом ОПН с наибольшим длительно допустимым рабочим напряжением 73 кВ и выше любым чувствительным методом, принятым изготовителем.

9.16 Проверка уровня радиопомех

Эти испытания применяют к ограничителям наружной установки, имеющим наибольшее рабочее длительно допустимое напряжение 73 кВ и выше и проводят по методике ГОСТ 26196.

Испытания должны быть выполнены на самом высоком ограничителе с самым высоким номинальным напряжением, используемым для конкретного типа ограничителя.

Ограничитель выдержал испытание, если уровень радиопомех при 1,05 · $U_{нр}$ и при всех более низких значениях напряжения не превышает 2500 мкВ.

Испытание на уровень радиопомех может не проводиться, если ограничитель выдержал испытания на уровень частичных разрядов (в этом случае должны были быть измерены внутренние и внешние частичные разряды, то есть без устройств экранирования, используемых для соединений, или выравнивающих колец или других частей ограничителя).

9.17 Измерение длины пути утечки

Длину пути утечки следует проверять с помощью нерастягивающейся липкой ленты, приклеиваемой вдоль поверхности внешней изоляции. Измеренное в сантиметрах значение, деленное на наибольшее рабочее линейное напряжение сети, должно быть не менее указанного в 6.3.1.

Для многоэлементных ОПН измерение допускается выполнять для каждого модуля, окончательный результат получают суммированием результатов измерений для элементов.

9.18 Испытания на трекинг-эрозионную стойкость ОПН

9.18.1 Испытания должны проводиться на ограничителях с полимерной внешней изоляцией по методике ГОСТ Р 52082, как для изоляторов, предназначенных для эксплуатации в районах со степенью загрязнения 2—4. При этом испытания ограничителей, состоящих из нескольких модулей, допускается проводить на отдельных элементах.

Испытание должно проводиться на самом длинном изоляционном корпусе с минимальной удельной длиной пути утечки и самым высоким наибольшим рабочим напряжением, установленным изготовителем для этого ОПН.

Перед испытаниями поверхность образца должна быть очищена от загрязнений и обезжирена.

9.19 Испытания на проникновение влаги

9.19.1 Испытание на проникновение влаги следует проводить на ограничителях с полимерной внешней изоляцией ОПН, подвергнутых предварительно испытаниям на стойкость к изменению температуры среды.

Образец для испытания должен быть самой длинной механической секцией. Если длина самой длинной механической секции больше чем 800 мм, то допускается испытывать более короткую секцию при условии, что она не меньше чем утроенный внешний диаметр покрышки у нижнего фланца ограничителя, включая юбки, или секцию длиной 800 мм.

Испытания должны проводить в следующем порядке:

- начальные измерения;
- предварительные испытания;
- кипячение;
- контрольные испытания.

9.19.2 Начальные измерения

Перед испытаниями должны быть проведены следующие измерения в следующей последовательности:

- мощность активных потерь, измеренная при напряжении 80 %—100 % $U_{нр}$ и при окружающей температуре (20 ± 15) °С;
- внутренние частичные разряды в соответствии с 9.15;
- остающееся напряжение при номинальном разрядном или комплектовочном напряжении (допускается измерение классификационного напряжения).

9.19.3 Предварительные испытания

9.19.3.1 Испытание крутящим моментом

В течение 30 с к испытательному образцу должен быть приложен крутящий момент, указанный изготовителем для ОПН.

9.19.3.2 Термомеханические подготовительные испытания

ОПН следует непрерывно подвергать воздействию указанной изготовителем максимальной консольной нагрузки в четырех направлениях и при тепловых изменениях (рисунки 4 и 5).

Если образец не имеет никакой цилиндрической симметрии, направление действия нагрузки должно быть выбрано так, чтобы достигнуть максимального механического напряжения.

Тепловые изменения должны состоять из двух циклов по 48 ч нагрева и охлаждения в диапазоне температур в соответствии с ГОСТ 15543: от минус (60 ± 2) °С до плюс (45 ± 2) °С — для ограничителя исполнения УХЛ и от минус (50 ± 2) °С до плюс (45 ± 2) °С — для ограничителя исполнения У и с одновременным приложением механической силы на изгиб. Пример тепломеханических испытаний приве-

ден на рисунке 4. Температура горячих и холодных периодов должна поддерживаться в течение 16 ч. Испытания должны проводиться на воздухе.

Непрерывную статическую механическую нагрузку, соответствующую максимальному непрерывному изгибающему моменту, определяет изготовитель. Ее направление следует изменять каждые 24 ч, как показано на рисунке 5.

Испытание может быть прервано для обслуживания на общее время до 4 ч и повторно начато после перерыва. В этом случае цикл считается выполненным.

Любые остаточные деформации, измеренные от начального положения без нагрузки, должны быть отражены в протоколе.

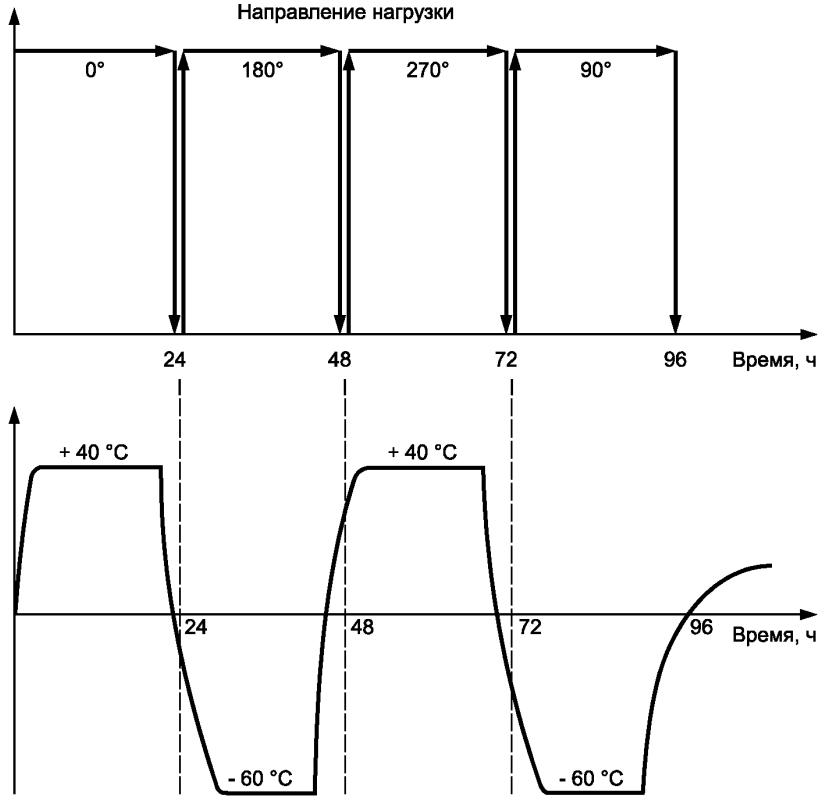


Рисунок 4 — Термомеханические испытания

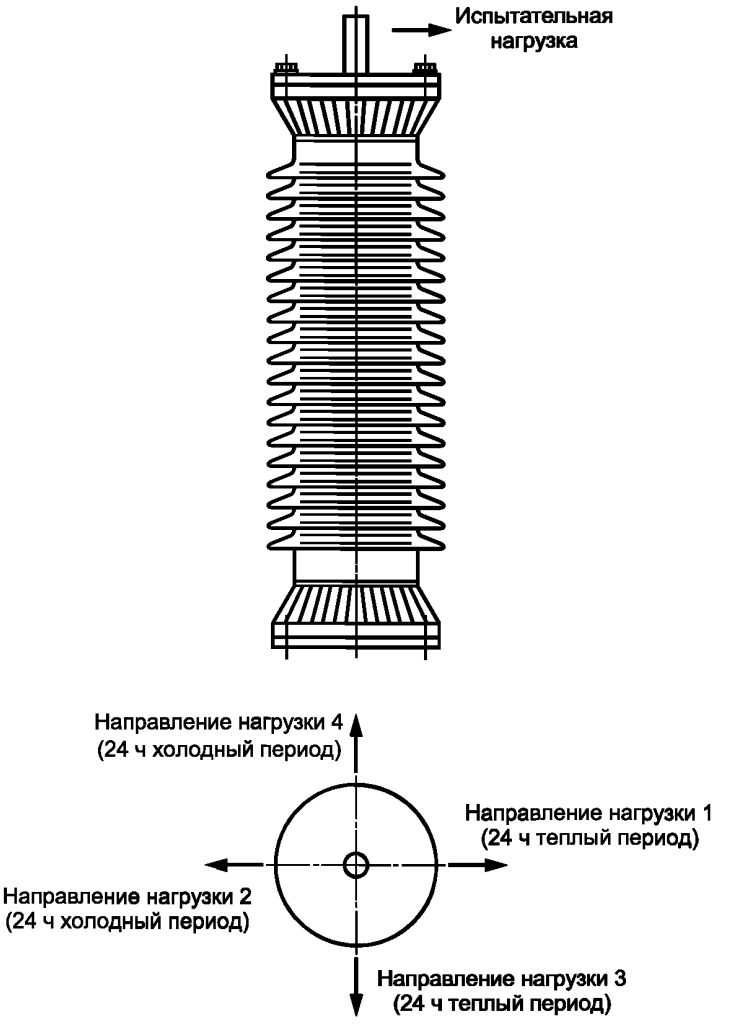


Рисунок 5 — Направления действия изгибающей нагрузки при термомеханических испытаниях

9.19.4 Кипячение

Ограничитель должен быть полностью погружен на 42 ч в ванну с кипящей деионизированной водой с содержанием NaCl 1 кг/м^3. Характеристики воды должны быть измерены в начале испытания.

Температура воды может быть уменьшена до 80 °С (с минимальной продолжительностью 52 ч) на основе соглашения между пользователем и изготовителем, если изготовитель утверждает, что его материал уплотнения не способен противостоять температуре кипения в течение 42 ч. Эта продолжительность в 52 ч может быть увеличена до 168 ч (т. е. одна неделя) после соглашения между изготовителем и пользователем.

После кипячения ОПН должен остаться в ванне до тех пор, пока вода не остынет приблизительно до температуры 50 °С. Поддержание температуры 50 °С является необходимым, только если необходимо задержать начало контрольных проверок после выполнения испытания с погружением в воду, как показано на рисунке 6.

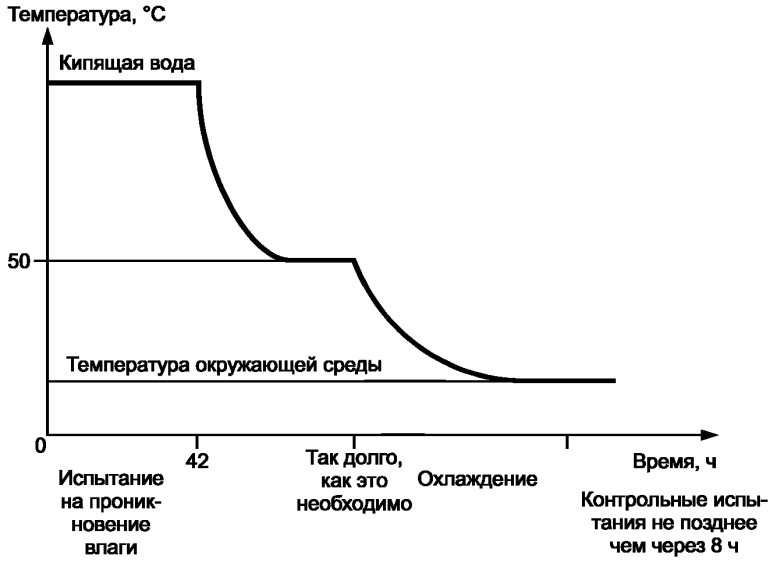


Рисунок 6 — Испытания на проникновение влаги

9.19.5 Контрольные испытания

Контрольные испытания выполняют на образцах, остывших до температуры окружающей среды, и должны содержать те же измерения что в 9.19.2, и проведены в течение 8 ч.

9.19.6 ОПН считают выдержавшим испытание на стойкость к проникновению влаги, если соблюдены следующие условия:

- при визуальном контроле после погружения в кипящую воду отсутствуют какие-либо повреждения поверхности изоляционных покрышек;
- мощность активных потерь, измеренная при том же напряжении, что в 9.19.2, не превышает более чем на 20 % значений, измеренных в 9.19.2;
- частичные разряды, измеренные при 1,05 от $U_{нр}$, не превышают 10 пКл;
- остающееся напряжение (или классификационные напряжения) не превышает более, чем на 5 % значения, измеренного в 9.19.2. Кроме того, осциллограммы напряжения и тока не должны показывать какого-либо пробоя.

9.20 Технический осмотр ОПН

9.20.1 При периодических, типовых и квалификационных испытаниях проверке подлежат габаритные, установочные и присоединительные размеры, для которых на сборочном чертеже указаны предельные отклонения, а также масса ограничителя.

9.20.2 При приемосдаточных испытаниях должно проверяться состояние поверхности наружных изоляционных частей, защитных покрытий и площадок под заземляющие зажимы, правильность заполнения табличек технических данных, нанесения маркировки на корпусе ограничителя и комплектность.

9.20.3 Проверка должна проводиться путем внешнего осмотра, измерения универсальным измерительным инструментом, обеспечивающим точность ± 1 мм при измерении габаритных размеров и ± 0,1 мм при измерении установочных и присоединительных размеров, а также путем взвешивания ограничителя на весах общего применения или с помощью пружинного динамометра.

Допускается определять массу ограничителя путем суммирования масс его отдельных сборочных единиц.

9.21 Испытания на равномерность распределения токов многоколонкового ОПН

Эти испытания должны проводиться при приемосдаточных испытаниях на всех группах параллельных варисторов, где не используется промежуточное электрическое соединение между колонками. Изготовитель должен нормировать соответствующий импульс тока в пределах от 0,01 до 1 номинального разрядного тока, при котором ток через каждую колонку должен быть измерен. Импульс тока должен иметь условное время фронта не менее чем 7 мкс, а время до полуспада может иметь любое значение. Форма импульса и его амплитуда должны быть указаны изготовителем. Неравномерность распределения тока между колонками не должна превышать нормируемого изготовителем значения.

Контроль распределения тока между колонками многоколонкового ограничителя допускается проводить другим методом, подтверждающим допустимую неравномерность в распределении токов.

10 Маркировка

10.1 На каждом ограничителе должны быть указаны:
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение ограничителя;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- номинальная частота в герцах;
- масса (кг) для ОПН массой 10 кг и более;
- год выпуска ограничителя.

Каждый элемент многоэлементного ограничителя должен иметь табличку с данными соответствующего элемента:
- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение ограничителя;
- порядковый номер ограничителя по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- порядковый номер элемента;
- год выпуска ограничителя;
- масса в килограммах.

10.2 Маркировку в виде таблички должны иметь ОПН на класс напряжения 35 кВ и выше.

10.3 На ОПН на класс напряжения ниже 35 кВ допускается наносить маркировку непосредственно на изделие.

11 Транспортирование и хранение

Ограничители для транспортирования должны быть упакованы в специальную тару. Требования к упаковке должны соответствовать ГОСТ 23216.

Транспортная маркировка — по ГОСТ 14192.

Условия транспортирования ограничителей в части воздействия механических факторов должны соответствовать ГОСТ 23216 и указаны в технических документах; в части воздействия климатических факторов при транспортировании и хранении должны соответствовать ГОСТ 15150.

12 Гарантии изготовителя

12.1 Изготовитель должен гарантировать соответствие ограничителя требованиям настоящего стандарта.

12.2 Срок службы ограничителя должен быть не менее 25 лет.

12.3 Гарантированный срок эксплуатации должен быть не менее 5 лет с момента ввода в эксплуатацию.

12.4 Срок сохраняемости — 2 года. Условия хранения должны соответствовать ГОСТ 15150 и указаны в технических документах.

УДК 621.316.933:006.354 ОКС 29.120.50 ОКС 29.240.10 Е72 ОКП 34 1430

Ключевые слова: ограничители перенапряжений (ОПН), высокое напряжение, технические характеристики, испытания, транспортирование, хранение, маркировка, гарантии изготовителя

Редактор *Л.И. Нахимова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Е.М. Капустина*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 12.09.2007. Подписано в печать 09.10.2007. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,18. Уч.-изд. л. 3,70. Тираж 233 экз. Зак. 757.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru