

---

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

---



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-  
29.240.069-2011**

---

## **ИЗОЛЯТОРЫ ПОДВЕСНЫЕ ДЛЯ ВЛ 110-750 КВ. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ**

Стандарт организации

Дата введения: 31.01.2011

ОАО «ФСК ЕЭС»  
2011

## **Предисловие**

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»; правила применения стандарта организации установлены ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения».

## **Сведения о стандарте**

РАЗРАБОТАН:                   ОАО «НИИПТ»

ВНЕСЕН:                         Департаментом технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС»

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:  
приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 31.01.2011 № 56

ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу: [vaga-na@fsk-ees.ru](mailto:vaga-na@fsk-ees.ru); [linniksp@fsk-ees.ru](mailto:linniksp@fsk-ees.ru).

Настоящий стандарт организации не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

## Содержание

1 Область применения .....	4
2 Нормативные ссылки .....	5
3 Термины и определения .....	9
4 Фарфоровые и стеклянные тарельчатые изоляторы.....	13
5 Линейные подвесные стержневые фарфоровые изоляторы для ВЛ 110-750 кВ .....	30
5.1 Общие технические требования .....	30
5.2 Методы испытаний .....	30
6 Линейные подвесные стержневые полимерные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ .....	47
Приложение А (обязательное)_Виды и методы испытаний тарельчатых изоляторов.....	67
Приложение Б (обязательное)_Основные технические характеристики линейных подвесных стержневых фарфоровых изоляторов.....	69
Приложение В (обязательное)_Основные технические требования к линейным стержневым фарфоровым изоляторам .....	77
Приложение Г (обязательное)_Подробности метода искусственного загрязнения и увлажнения линейных подвесных стержневых полимерных изоляторов.....	80
Приложение Д (рекомендуемое)_Пример цикла подготовительных испытаний изоляторов перед испытаниями на трекингоэрозионную стойкость .....	85
Приложение Е (обязательное)_Определение механической прочности полимерных стержневых изоляторов при большой длительности воздействия статической механической растягивающей силы.....	86
Приложение Ж (рекомендуемое)_Устройства для резкого сброса нагрузки с подвесных стержневых полимерных изоляторов .....	89
Приложение К (рекомендуемое)_Испытание на старение подвесных стержневых полимерных изоляторов при воздействии рабочего напряжения с моделированием факторов окружающей среды .....	91

Приложение Л (обязательное)_Выявление поверхностных и сквозных трещин подвесных стержневых полимерных изоляторов методом цветной дефектоскопии .....	94
Приложение М (обязательное)_Методика определения класса гидрофобности поверхности защитной оболочки стержневых подвесных полимерных изоляторов.....	96
Приложение Н (рекомендуемое)_Эскизы образцов для определения адгезии защитной оболочки полимерных изоляторов к изоляционному телу .....	99
Приложение П (обязательное)_Схема проведения приемочных испытаний подвесных стержневых полимерных изоляторов 110-750 кВ .....	101
Приложение Р (обязательное)_Виды и методы испытаний подвесных стержневых полимерных изоляторов.....	103

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» распространяется на методы испытаний подвесных фарфоровых, стеклянных и полимерных

изоляторов, предназначенных для изоляции и крепления проводов и грозозащитных тросов на воздушных линиях электропередачи (ВЛ) и в открытых распределительных устройствах (ОРУ) электростанций и подстанций переменного тока напряжением от 110 до 750 кВ, частотой до 100 Гц при температуре окружающего воздуха от минус 60 до плюс 50°С в районах с различной степенью загрязнения (СЗ).

Стандарт распространяется на изоляторы тарельчатого и стержневого типа.

Стандарт устанавливает методы квалификационных (приемочных) и периодических испытаний изоляторов различных типов, изготавливаемых для потребностей экономики страны, кроме запрещённых к применению в ОАО «ФСК ЕЭС» в соответствии с п. 2.3.7 Положения о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС» изоляторов типов ПФ6-А и ПФ6-Б, серий ЛП и ЛПИС с оболочкой из полиолефиновой (севиленовой) композиции, полимерных изоляторов, имеющих защитную оболочку, изготовленную методом пореберной сборки, а также методы испытаний, необходимые при выборе изоляции по разрядным характеристикам в соответствии с главой 1.9 ПУЭ седьмого издания. Стандарт распространяется на проведение электрических, механических и климатических испытаний.

Требования настоящего стандарта являются обязательными.

Методы испытания изоляторов, собранных в гирлянды для ВЛ напряжением 110 кВ и выше, приведены в ГОСТ 1516.2 и ГОСТ 10390.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты.

ГОСТ 9.301-86 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрyтия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования

ГОСТ 9.306-85 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения

ГОСТ 9.307-89 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля

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

ГОСТ 6433.3-71 Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном (частоты 50 Гц) и постоянном напряжении

ГОСТ 6490-93 (2002) Изоляторы линейные подвесные тарельчатые. Общие технические условия

ГОСТ 6581-75 Материалы электроизоляционные жидкие. Методы электрических испытаний

ГОСТ 9920-89 Электроустановки переменного тока на напряжение от 3 до 750 кВ. Длина пути утечки внешней изоляции

ГОСТ 10390-86 Электрооборудование на напряжение свыше 3 кВ. Методы испытаний внешней изоляции в загрязненном состоянии

ГОСТ 11359-75 Арматура линейная. Ряд разрушающих нагрузок. Соединения деталей. Параметры и размеры

ГОСТ 12253-88 Замки сферических шарнирных соединений линейной арматуры и изоляторов. Технические условия

ГОСТ 13276-79 Арматура линейная. Общие технические условия

ГОСТ 13873-81 Изоляторы керамические. Требования к качеству поверхности

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 15151-69 Машины, приборы и другие технические изделия для районов с тропическим климатом. Общие технические условия

ГОСТ 17412-72 Изделия электротехнические для районов с холодным климатом. Технические требования, приемка и методы испытаний

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

ГОСТ 18321-73 Статистический контроль качества. Методы случайного отбора выборок штучной продукции

ГОСТ 18328-73 Изоляторы стеклянные линейные подвесные и штыревые. Требования к качеству стекла и поверхности изоляционных деталей

ГОСТ 20419-83 Материалы керамические электротехнические. Классификация и технические требования

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 23706-93 Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 6. Особые требования к омметрам (приборам для измерения полного сопротивления) и приборам для измерения активной проводимости

ГОСТ 24409-80 Материалы керамические электротехнические. Методы испытаний

ГОСТ 26196-84 Изоляторы. Метод измерения промышленных радиопомех

ГОСТ 27396-93 Арматура линейная. Сферические шарнирные соединения изоляторов. Размеры

ГОСТ 28856-90 Изоляторы линейные подвесные стержневые полимерные. Общие технические условия

ГОСТ Р 51163-98 Покрyтия термодиффузионные цинковые на крепежных и других мелких изделиях. Общие требования и методы контроля

ГОСТ Р 51177-98 Арматура линейная. Общие технические условия  
РД 34.45-51.300-97 «Объёмы и нормы испытаний электрооборудования»  
МЭК 60060-1 (1989) Технология испытаний высоким напряжением.  
Часть 1. Общие определения и требования к испытаниям. Поправка  
МЭК 60071-2 (1996) Координация изоляции. Часть 2: Руководство по  
применению  
МЭК 60120 (1984) Элементы сферического соединения подвесных  
изоляторов и линейной арматуры. Размеры  
МЭК 60372 (1984) Устройства запирающие для шаровых шарнирных  
соединений элементов гирлянд изоляторов: Размеры и испытания. Изменение  
2  
МЭК 60383-1 (1993) Изоляторы для воздушных линий электропередачи  
номинальным напряжением свыше 1000 В. Часть 1: Керамические или  
стеклянные изоляторы для систем переменного тока. Определения, методы  
испытаний и критерии приемки  
МЭК 60433 (1998) Изоляторы для воздушных линий передачи с  
номинальным напряжением свыше 1000 В. Керамические изоляторы для  
систем переменного тока. Характеристики элементов гирлянды изоляторов  
длинностержневого типа  
МЭК 60471 (1977) Соединения шарнирно-подвесные элементов  
гирлянды изоляторов. Размеры. Изменение 1  
МЭК 60507 (1991) Изоляторы высокого напряжения переменного тока.  
Методы испытаний в условиях искусственного загрязнения  
МЭК 60672-1 (1995) Материалы керамические и стеклянные  
электроизоляционные. Технические условия. Часть 1: Определения и  
классификация  
МЭК 60672-3 (1997) Материалы керамические и стеклянные  
электроизоляционные. Часть 3. Технические условия на отдельные материалы  
МЭК 61109 (2008) Изоляторы для воздушных линий передачи.  
Комбинированные подвесные и натяжные изоляторы для систем переменного



тока с номинальным напряжением свыше 1000 В. Определения, методы испытаний и критерии приемки

Положение о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС»

### **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

#### **3.1 Общее для всех изоляторов**

**3.1.1 длина пути утечки изоляции (изолятора) ( $L$ ):** Наименьшее расстояние по поверхности изоляционной детали между металлическими частями разного потенциала.

**3.1.2 нормированная механическая разрушающая сила:** Максимальная механическая нагрузка ( $P_{\text{норм}}$ ), которую изолятор должен выдерживать при заданных условиях испытаний.

**3.1.3 степень загрязнения (СЗ):** Показатель, учитывающий влияние загрязненности атмосферы на снижение электрической прочности изоляции электроустановок.

**3.1.4 арматура изолятора (шапка, пестик, фланцы, оконцеватели):** Часть изолятора, предназначенная для механического крепления к другим изоляторам или к частям электроустановок.

**3.1.5 отказ изолятора:** Механические и электрические повреждения изолятора, приводящие к потере его работоспособности (критические повреждения).

**3.1.6 срок службы изолятора:** Продолжительность эксплуатации, в течение которой обеспечиваются установленные нормативно-технической документацией характеристики изоляторов и показатель их надежности.

#### **3.2 Фарфоровые и стеклянные тарельчатые изоляторы**

**3.2.1 изолятор тарельчатого типа:** Изолятор, состоящий из изоляционной части в форме тарелки или колпака, с ребрами или без них на

нижней поверхности и металлической присоединительной арматуры в виде аксиально расположенных шапки и стержня (пестика).

**3.2.2 класс изоляторов:** Значение нормированной разрушающей механической (для стеклянных изоляторов) или электромеханической (для фарфоровых изоляторов) силы в килоньютонах.

### **3.3 Стержневые изоляторы (фарфоровые и полимерные)**

**3.3.1 изолятор стержневого типа:** Изолятор, состоящий из изоляционной части, имеющей приблизительно цилиндрическое тело с ребрами и металлических концевых устройств (фланцев, оконцевателей).

#### **3.3.2 Фарфоровые изоляторы**

**3.3.2.1 экранная арматура:** Съёмная металлическая часть изолятора, предназначенная для отвода электрической дуги от изоляционной части и выравнивания электрического поля вдоль изолятора.

**3.3.2.2 отказ линейного стержневого фарфорового изолятора:** Полная потеря механической и/или электрической прочности.

#### **3.3.3 Полимерные изоляторы**

**3.3.3.1 изолятор подвесной полимерный:** Изолятор, состоящий из стеклопластикового стержня, полимерной ребристой оболочки, защищающей стержень, промежуточного слоя между ними, металлических оконцевателей и экранной арматуры, если она требуется по условиям работы изолятора.

**3.3.3.2 защитная оболочка:** Наружная ребристая цельнолитая полимерная оболочка, имеющая химическую связь со стержнем.

**3.3.3.3 стержень:** Внутренний изоляционный элемент, несущий механическую нагрузку, как правило, изготавливаемый из стеклопластика (полимерной смолы, армированной стекловолокном).

**3.3.3.4 границы раздела:** Поверхности между защитной оболочкой, стержнем и оконцевателем.

**3.3.3.5 макет:** Изолятор, изготовленный в тех же технологических условиях, что и изолятор контролируемой партии, отличающийся только меньшей длиной (числом ребер) изоляционной части (не менее 0,8 м).

**3.3.3.6 трек:** Невосстановимая проводящая (даже в сухих условиях) дорожка, начинающаяся и развивающаяся на поверхности изоляционного материала (оболочка, стержень), а также на границах раздела.

**3.3.3.7 эрозия:** Невосстановимое и непроводящее разрушение поверхности изолятора, произошедшее в результате утраты материала; эрозия может быть равномерной, локализованной или древоподобной.

**3.3.3.8 трещина:** Механическое разрушение поверхности защитной оболочки или стеклопластикового стержня глубиной более 0,1 мм, длина которого существенно превосходит ширину.

**3.3.3.9 пузырь:** Воздушное включение в теле защитной оболочки, обладающее, как правило, выпуклой поверхностью.

**3.3.3.10 раковина:** Выемка в наружной поверхности защитной оболочки, возникающая, как правило, из-за недостатков технологии изготовления изоляторов.

**3.3.3.11 облой:** Часть материала защитной оболочки, выступающая над ее поверхностью в зоне стыков элементов пресс-формы.

**3.3.3.12 вспучивание:** Локальное или протяженное увеличение диаметра защитной оболочки с отслоением ее от стержня с разрывом или без разрыва самой оболочки.

**3.3.3.13 скол:** Механическое разрушение части ребра защитной оболочки с уменьшением площади его сечения.

**3.3.3.14 адгезия:** Значение силы отрыва (отслаивания, сдвига) защитной оболочки от изоляционного тела (стержня).

**3.3.3.15 воспламеняемость:** Способность материала гореть с образованием пламени.

**3.3.3.16 малосущественные электрические повреждения:** Видимые следы эрозии или трека длиной несколько мм, выход наполнителя композиции защитной оболочки на поверхность изолятора.

**3.3.3.17 существенные электрические повреждения:** Мелкие трещины, локализованная эрозия, трек протяженностью 10-30% длины пути утечки изолятора (или более 3 см).

**3.3.3.18 критические электрические повреждения:** Трек протяженностью более 30% длины пути утечки изолятора (или более 10 см), эрозионные кратеры или каналы глубиной свыше 30 % минимальной толщины полимерного покрытия.

**3.3.3.19 механическое повреждение:** Разрушение ребер, нарушение целостности, вспучивание, отслаивание, сколы защитной оболочки, деформация оконцевателей, деформация или сползание экранов.

**3.3.3.20 механическое разрушение:** Полная потеря механической прочности изолятора или внутренние повреждения (невидимые снаружи), сопровождающиеся треском и остановкой (снижением) показаний измерительных приборов.

**3.3.3.21 пробой изолятора:** Прохождение электрической дуги сквозь стеклопластиковый стержень, границу раздела «стеклопластиковый стержень - защитная оболочка» или границу раздела «ребро - защитная оболочка» без выхода или с выходом на поверхность, сопровождающееся разрушением изоляционного элемента.

**3.3.3.22 отказ линейного стержневого полимерного изолятора:** Появление на изоляторе или его экранной арматуре критических электрических и/или механических повреждений, полная потеря механической и/или электрической прочности.

## **4 Фарфоровые и стеклянные тарельчатые изоляторы**

### **4.1 Общие требования к испытаниям**

Отобранные для испытания изоляторы, кроме типов ПФ6-А и ПФ6-Б, запрещённых к применению в ОАО «ФСК ЕЭС» в соответствии с п. 2.3.7 Положения о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС», должны быть чистыми, сухими, иметь температуру, равную температуре помещения (окружающей среды), в котором проводят испытания. Как правило, испытания проводятся на единичных изоляторах. В тех случаях, когда испытания проводятся на изоляторах, собранных в гирлянду, это отдельно оговаривается в тексте настоящего стандарта.

### **4.2 Электрические испытания**

#### **4.2.1 Общие требования к электрическим испытаниям**

4.2.1.1 Атмосферные условия при испытаниях должны быть в пределах:

- 1) температура воздуха — от 10 до 40 °С;
- 2) относительная влажность воздуха — от 45 до 80 %;
- 3) атмосферное давление — от 84 до 160 кПа.

4.2.1.2 Нормальные атмосферные условия — по ГОСТ 1516.2.

При испытании изоляторов при атмосферных условиях, отличающихся от нормальных, должны вводиться поправки, указанные в ГОСТ 1516.2.

4.2.1.3 При измерении электрических напряжений должны применяться приборы, обеспечивающие контроль параметров с погрешностью измерения в пределах  $\pm 2,5$  % по ГОСТ 22261.

Измерение напряжения при испытании — по ГОСТ 17512.

#### **4.2.2 Испытание выдерживаемым переменным напряжением под дождем**

4.2.2.1 Требования к средствам испытания

Установка для испытаний переменным напряжением должна обеспечивать:

- 1) синусоидальную форму кривой напряжения;

- 2) частоту напряжения —  $(50 \pm 5)$  Гц;
- 3) отношение амплитудного значения напряжения к действующему —  $\sqrt{2} \pm 0,07$ ;
- 4) действующее значение установившегося тока короткого замыкания на стороне высокого напряжения испытательной установки при испытании должно быть не менее 1 А.

Дождевальная установка должна обеспечивать следующие параметры дождя:

- 1) средние вертикальная и горизонтальная составляющие интенсивности дождя должны находиться в пределах от 1,0 до 1,5 мм/мин каждая;
- 2) предельные значения для любых индивидуальных измерений — от 0,5 до 2,0 мм/мин.

#### 4.2.2.2 Подготовка к испытанию

При испытании переменным напряжением под дождем изолятор подвешивают вертикально шапкой вверх к заземленной поддерживающей конструкции с помощью троса или другого проводника. Расстояние от верхней точки шапки изолятора до поддерживающей конструкции должно быть не менее 1 м.

Расстояние от изолятора до посторонних предметов должно быть не менее 1 м.

Провод в виде прямого гладкого стержня или трубы диаметром около 25 мм с помощью специального зажима присоединяют к стержню изолятора в горизонтальной плоскости. Расстояние от нижнего ребра изоляционной детали до поверхности провода должно быть минимальным, но не менее половины диаметра изолятора. Провод должен выступать с каждой стороны от оси изолятора не менее чем на 1 м.

Испытательное напряжение должно прикладываться между проводом и землей.

Процесс дождевания и измерения параметров дождя, температуры и удельного сопротивления воды — по ГОСТ 1516.2.

При испытании должны быть учтены требования п.п. 4.1 и 4.2.1.

#### 4.2.2.3 Проведение испытания

Испытание выдерживаемым переменным напряжением под дождем проводят приложением нормированного напряжения с учетом поправок на атмосферные условия по 4.2.1.2.

Напряжение до 75 % нормированного напряжения прикладывают к изолятору с произвольной скоростью (допускается толчком), затем напряжение плавно, со скоростью около 2 % нормированной величины в секунду, повышают до нормированного значения. Выдерживаемое значение должно оставаться неизменным в течение 1 мин.

#### 4.2.2.4 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если при нормированном значении испытательного напряжения не произошло перекрытия или пробоя.

### **4.2.3 Испытание выдерживаемым импульсным напряжением**

#### 4.2.3.1 Требования к средствам испытания

Генератор импульсных напряжений должен обеспечивать параметры импульса:

- 1) длительность фронта —  $(1,2 \pm 0,36)$  мкс;
- 2) длительность импульса —  $(50 \pm 10)$  мкс.

#### 4.2.3.2 Подготовка к испытанию

Монтаж изолятора при испытании импульсным напряжением — по п. 4.2.2.2.

#### 4.2.3.3 Проведение испытания

Испытание выдерживаемым импульсным напряжением проводят приложением к изолятору с интервалами не менее 1 мин следующих друг за другом стандартных импульсов с формой волны 1,2/50 мкс с амплитудой, равной амплитуде нормированного выдерживаемого импульсного напряжения, с учетом поправок на атмосферные условия по п. 4.2.1.2. Число приложенных импульсов должно быть равно 15 для каждой полярности, положительной и отрицательной. Если достоверно известно, на какой

полярности напряжение имеет более низкое значение, испытание может быть проведено только на этой полярности.

#### 4.2.3.4 Оценки результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если при нормированном выдерживаемом напряжении произошло не более двух перекрытий и не произошло пробоя при испытании на одной полярности.

#### 4.2.4 Испытание по определению уровня радиопомех

Испытание должно проводиться по ГОСТ 26196.

#### 4.2.5 Испытание импульсным напряжением с крутым фронтом

##### 4.2.5.1 Требования к средствам испытания

Установка для испытания импульсным напряжением с крутым фронтом должна создавать импульс, амплитудное значение которого должно обеспечивать перекрытие изолятора на фронте импульса. Требования к линейности фронта импульса — по ГОСТ 1516.2.

Крутизну фронта ( $K$ ) при испытании изолятора вычисляют по формуле

$$K = \frac{U_c}{T_c}, \quad (1)$$

где  $U_c$  — напряжение в момент среза;

$T_c$  — предразрядное время.

Крутизна фронта импульса должна быть 2000 кВ/мкс, если другое значение не оговорено в договоре о поставке.

##### 4.2.5.2 Подготовка к испытанию

Испытание импульсным напряжением с крутым фронтом должно проводиться в закрытом помещении.

Изолятор монтируют на специальной изолирующей стойке на высоте 1 м от пола таким образом, чтобы расстояние до источника импульсного напряжения было минимальным.

Напряжение подводят к стержню изолятора, шапку заземляют малоиндуктивными проводниками.

##### 4.2.5.3 Проведение испытания



Испытание импульсным напряжением с крутым фронтом проводят приложением к изолятору по 10 положительных и 10 отрицательных импульсов. Для фарфоровых изоляторов допускается проведение испытания на отрицательной полярности 20 импульсами.

#### 4.2.5.4 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание импульсным напряжением с крутым фронтом, если не произошло пробоя или разрушения.

### **4.2.6 Испытание фарфоровых изоляторов непрерывным потоком искр**

#### 4.2.6.1 Требования к средствам испытания

Установка для испытания непрерывным потоком искр (испытательный трансформатор и регулирующее устройство) должна обеспечивать искровую (не дуговую) форму разряда по поверхности изолятора.

#### 4.2.6.2 Подготовка к испытанию

Для испытания непрерывным потоком искр изоляторы любым способом устанавливаются на заземленном конвейере или стенде. Испытанию подвергают каждый изолятор путем приложения к нему напряжения через воздушный промежуток 15 — 30 мм, в котором при пробое образуется электрическая дуга.

#### 4.2.6.3 Проведение испытания

Испытание непрерывным потоком искр проводят приложением к изолятору в течение 4 мин переменного напряжения такой величины, при которой по поверхности изолятора происходят искровые разряды, не переходящие в дугу.

Если в ходе испытания произойдет пробой одного из изоляторов, его удаляют с испытательной установки. Испытание изоляторов продолжают в течение оставшегося времени, исключив из нормированного время, в течение которого эти изоляторы были испытаны.

#### 4.2.6.4 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если не произошло пробоя и не наблюдается сколов и трещин изоляционной детали изолятора.

#### **4.2.7 Испытание пробивным напряжением**

##### **4.2.7.1 Требования к средствам испытания**

Установка для испытания изоляторов пробивным переменным напряжением должна обеспечивать приложение к изолятору напряжения, превышающего не менее чем в полтора раза нормированное пробивное напряжение испытываемого изолятора. Размеры испытательного бака должны обеспечивать расстояние от частей изолятора, находящихся под напряжением, до стенок бака не менее полутора диаметров изолятора, если бак изготовлен из металла, и не менее половины диаметра изолятора, если бак изготовлен из изоляционного материала.

При испытании следует использовать изоляционную среду с удельным электрическим сопротивлением  $10^6$  —  $10^7$  Ом·м и электрической прочностью не менее 6 кВ/мм. Удельное электрическое сопротивление изоляционной среды проверяют мегаомметром по ГОСТ 23706, обеспечивающим напряженность электрического поля в пределах 500 — 1000 В/мм. Измерительная ячейка для определения удельного сопротивления и электрической прочности изоляционной среды — по ГОСТ 6581.

##### **4.2.7.2 Подготовка к испытанию**

Испытание пробивным напряжением проводят на единичных изоляторах, которые погружают в бак с изоляционной средой шапкой вниз в положение, обеспечивающее расстояние от частей изолятора, находящихся под напряжением, до стенок бака не менее значений, указанных в 4.2.7.1.

##### **4.2.7.3 Проведение испытания**

При испытании повышение испытательного напряжения до нормированного значения должно быть достаточно быстрым, но позволяющим проводить снятие показаний измерительного прибора. Затем напряжение с той же скоростью повышают до пробоя или перекрытия.

##### **4.2.7.4 Оценка результатов испытания**

Изолятор считают выдержавшим испытание, если его пробой или перекрытие произошли при напряжении больше нормированного.

### **4.3 Механические испытания**

#### **4.3.1 Общие требования к механическим (электромеханическим) испытаниям**

##### **4.3.1.1 Требования к средствам испытания**

Испытательное оборудование — разрывная машина для механических испытаний разрушающей силой — должно обеспечивать растягивающую силу в пределах двукратного значения нормированной разрушающей механической силы изолятора.

Погрешность измерений механической силы не должна быть более 3%.

Оборудование для электромеханических испытаний фарфоровых изоляторов должно дополнительно обеспечивать воздействие переменного напряжения 50 кВ, прикладываемого через искровые промежутки.

##### **4.3.1.2 Подготовка к испытанию**

Изолятор закрепляют в разрывной машине при помощи приспособлений и арматуры, механическая прочность которых должна быть не менее 1,4 нормированного значения разрушающей силы испытуемого изолятора.

Испытательная арматура должна обеспечивать сферическое соединение изоляторов по ГОСТ 27396.

#### **4.3.2 Испытание механической (электромеханической) разрушающей силой**

##### **4.3.2.1 Проведение испытания**

При испытании изоляторов силу быстро и плавно повышают до значения, равного 75 % нормированной разрушающей силы, затем плавно повышают за время 15 — 45 с (что соответствует скорости увеличения от 35 до 100 % нормированной механической разрушающей силы в течение 1 мин) до нормированного значения и далее до разрушения изолятора.

При испытании фарфоровых изоляторов электромеханической разрушающей силой подъем механической растягивающей силы совмещают с

приложением к каждому изолятору переменного напряжения 50 кВ через искровые промежутки, в которых образуется электрическая дуга.

#### 4.3.2.2 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если его разрушение произошло при силе больше нормированной и не произошло пробоя.

### **4.3.3 Испытание механической разрушающей силой остатков стеклянных изоляторов**

#### 4.3.3.1 Проведение испытания

При испытании остатков изоляторов механической разрушающей силой подъем механической силы проводят со скоростью не менее 1 кН/с. При достижении растягивающей силы 20% значения нормированной разрушающей силы испытуемого изолятора производят разрушение изоляционной детали механическим ударом непосредственно на испытательной машине для образования остатка изолятора. После этого испытание продолжают с той же скоростью до разрушения остатка изолятора.

#### 4.3.3.2 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если разрушение остатка изолятора произошло при силе больше нормированной.

### **4.3.4 Испытание механической силой в течение 1 мин**

#### 4.3.4.1 Требования к средствам испытания

Испытание механической силой в течение 1 мин проводят на испытательном стенде, обеспечивающем растягивающую силу в пределах нормированной испытательной силы и ее стабильность в течение 1 мин.

Погрешность измерения механической испытательной силы не должна быть более 3%.

#### 4.3.4.2 Подготовка к испытанию

Испытание изоляторов механической растягивающей силой в течение 1 мин проводят на изоляторах, собранных в гирлянды из 3-5 изоляторов.

Гирлянду изоляторов закрепляют на испытательном стенде при помощи приспособлений и арматуры, предназначенной для изоляторов того же класса.

#### 4.3.4.3 Проведение испытания

Испытание изоляторов механической растягивающей силой в течение 1 мин проводят при плавном повышении механической силы со скоростью от 1 до 5 кН/с до нормированного значения.

Нормированное значение испытательной силы выдерживают в течение 1 мин, затем плавно снижают до нуля.

#### 4.3.4.4 Оценки результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если не произошло его разрушения.

### 4.4 Климатические испытания

#### 4.4.1 Испытание на термомеханическую прочность

##### 4.4.1.1 Требования к средствам испытания

Установка для испытания изоляторов на термомеханическую прочность должна обеспечивать:

1) температуру рабочей среды от минус 60 до плюс 50°С с выдержкой 4 ч каждая. Допускается отклонение температуры при охлаждении — до минус 55°С, при нагревании — до плюс 45°С;

2) приложение к изолятору нормированной механической растягивающей силы в осевом направлении;

3) погрешность измерения механической силы —  $\pm 3\%$ ;

4) погрешность измерения температуры —  $\pm 1^\circ\text{C}$ .

##### 4.4.1.2 Проведение испытания

Испытание на термомеханическую прочность проводят воздействием на изоляторы, собранные в гирлянду из 3-5 изоляторов, четырех 24-часовых циклов охлаждения и нагревания от минус 60 до плюс 50°С с одновременным приложением растягивающей силы, равной 60% нормированной разрушающей механической (электромеханической) силы, которая должна оставаться постоянной в течение каждого цикла испытания.

Растягивающую силу прикладывают к изоляторам перед началом каждого цикла температурного воздействия при температуре окружающего воздуха и полностью снимают в конце цикла.

Каждый 24-часовой цикл состоит из охлаждения, нагревания и последующего охлаждения до температуры окружающего воздуха. После каждого цикла фарфоровые изоляторы проверяют переменным напряжением 50 кВ согласно 4.2.6.

После завершения четвертого цикла каждый изолятор в отдельности подвергают испытанию разрушающей механической или электромеханической силой.

#### 4.4.1.3 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если не произошло его пробоя, изолятор не разрушился в процессе проведения четырех циклов, а механическое разрушение произошло при силе больше нормированной.

### 4.4.2 Испытание на термостойкость

#### 4.4.2.1 Требования к средствам испытания

Установка для проведения испытания на термостойкость должна состоять из ванн с горячей и холодной водой такого объема, чтобы после загрузки их изоляторами температура воды не изменялась более чем на  $\pm 5$  °С.

Погрешность измерения температуры —  $\pm 1$  °С.

Приспособление для перемещения изоляторов из одной ванны в другую должно обеспечивать время переноса не более 15 с.

#### 4.4.2.2 Проведение испытания

Изоляторы подвергают трехкратному циклу нагревания и охлаждения с перепадом температуры в 70 °С. Время пребывания изоляторов в ванне с горячей или холодной водой — 15 мин.

Для определения наличия повреждения по окончании испытания изоляторы из фарфора проверяют воздействием непрерывного потока искр в течение 1 мин по 4.2.6.

#### 4.4.2.3 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если во время испытания не произошло его повреждения или пробоя.

#### **4.4.3 Испытание стеклянных изоляторов на стойкость к термоудару**

##### 4.4.3.1 Требования к средствам испытания

Установка для проведения испытания стеклянных изоляторов на термический удар должна состоять из ванны с холодной водой и камеры нагревания горячим воздухом или другим соответствующим способом, обеспечивающим нагревание изолятора до температуры, превышающей температуру охлаждающей воды не менее чем на 100 °С. При этом оборудование камеры нагревания должно обеспечивать равномерное повышение температуры до требуемой величины за время не менее 1 ч с последующей выдержкой в течение 3 ч.

Приспособление для перемещения изоляторов из нагревающей среды в охлаждающую должно обеспечивать время переноса не более 15 с.

##### 4.4.3.2 Проведение испытания

Изоляторы помещают в камеру нагревания и при достижении температуры, превышающей температуру охлаждающей воды на 100°С, выдерживают в течение 3 ч.

Затем изоляторы быстро погружают полностью в ванну с водой, температура которой не превышает 50°С, и выдерживают в течение не менее 2 мин.

##### 4.4.3.3 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если во время испытания не произошло его повреждения.

#### **4.4.4 Испытание на влагоустойчивость**

##### 4.4.4.1 Требования к средствам испытания

Установка для проведения испытания состоит из камеры влажности, которая должна обеспечивать относительную влажность 100% при температуре 55°С в течение 9 суток (ускоренный режим) и при температуре 40°С в течение 21 суток (длительный режим).

Погрешность измерения заданных режимов испытания не должна выходить за пределы: влажности  $\pm 3\%$  и температуры  $\pm 2^\circ\text{C}$ .

#### 4.4.4.2 Проведение испытания

Испытание на влагоустойчивость проводится воздействием непрерывно следующих друг за другом 9 (21) циклов продолжительностью 24 ч каждый. Цикл состоит из двух периодов. В первый период цикла испытания изоляторы подвергают воздействию влажности при верхнем значении испытательной температуры  $55^\circ\text{C}$  ( $40^\circ\text{C}$ ) и относительной влажности 95% в течение 16 ч.

Во второй период цикла испытания камеру с изоляторами охлаждают до  $50^\circ\text{C}$  ( $35^\circ\text{C}$ ) и выдерживают в течение 8 ч при относительной влажности 97%.

Время испытания в первой части цикла отсчитывают с момента включения камеры с помещенными в нее изоляторами.

Измерение параметров для каждого последующего цикла должно быть достаточно быстрым, чтобы обеспечить конденсацию влаги на изоляторах.

После окончания испытания изоляторы извлекают из камеры, выдерживают сутки в нормальных условиях и проводят внешний осмотр.

#### 4.4.4.3 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если окисью цинка покрыто не более 50 % поверхности в отдельности шапки, стержня и замка, если толщина цинкового покрытия соответствует ГОСТ 6490 и при проверке прочности сцепления покрытия с основным металлом не наблюдается вздутия или отслоения покрытия.

### **4.4.5 Испытание на устойчивость к воздействию солнечного излучения**

#### 4.4.5.1 Требования к средствам испытания

Испытание проводят в камере солнечного излучения с источниками света, по спектральному составу близкому к солнечному свету, с плотностями теплового потока излучения и потока ультрафиолетовой части спектра по ГОСТ 15151.



Погрешность измерения температуры при испытании не должна выходить за пределы  $\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

#### 4.4.5.2 Проведение испытания

Изоляторы подвергают пяти циклам воздействия солнечного излучения и влажности. Каждый цикл длится трое суток. В первой части цикла изоляторы помещают в камеру, включают источник ультрафиолетового излучения, после чего температуру воздуха в камере (в тени) устанавливают плюс  $80^{\circ}\text{C}$ . Облучение проводят 24 ч с момента включения источника облучения. Во второй части цикла изоляторы переносят в камеру влажности, отвечающую требованиям 4.4.4.1, и выдерживают их в течение 48 ч при температуре плюс  $40^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности 98%.

По окончании пятого цикла испытания изоляторы извлекают из камеры, выдерживают в условиях окружающей среды 12 ч. производят их внешний осмотр и сравнение с изоляторами, не подвергавшимися испытанию.

#### 4.4.5.3 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если на шапке, стержне и замке не имеется никаких видимых изменений, толщина цинкового покрытия соответствует требованиям ГОСТ 6490 и при проверке прочности сцепления покрытия с основным металлом не наблюдается вздутия или отслоения покрытия.

### **4.4.6 Испытание на устойчивость к воздействию соляного тумана**

#### 4.4.6.1 Требования к средствам испытания и проведение испытания

Оборудование, методика и режим испытаний изоляторов на устойчивость к воздействию соляного тумана в атмосфере, насыщенной водными растворами солей, — по ГОСТ 15151. Продолжительность испытания — 10 суток — отсчитывают с момента первого распыления раствора.

#### 4.4.6.2 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если толщина цинкового покрытия соответствует требованиям ГОСТ 6490 и при проверке прочности

сцепления покрытия с основным металлом не наблюдается вздутия или отслоения покрытия. Допускается покрытие окисью цинка 100 % поверхности шапки, стержня и замка.

#### **4.4.7 Испытание на теплоустойчивость**

##### **4.4.7.1 Требования к средствам испытания**

Испытание на теплоустойчивость проводят в камере тепла, оснащенной оборудованием, обеспечивающим растягивающую механическую силу и ввод испытательного напряжения во внутреннюю полость камеры.

##### **4.4.7.2 Проведение испытания**

Испытание на теплоустойчивость проводят при одновременном воздействии на изоляторы тепла, механической растягивающей силы и напряжения. Изоляторы помещают в камеру тепла и устанавливают температуру плюс  $(55 \pm 2)^\circ\text{C}$ , после чего к изоляторам прикладывают механическую растягивающую силу и переменное напряжение, указанные в таблице 2.1, и выдерживают изоляторы в этих условиях в течение 10 ч.

Таблица 2.1 - Механическая растягивающая сила и переменное напряжение, прикладываемые к изолятору при испытании на теплоустойчивость

Класс изолятора	Испытательная механическая растягивающая сила, кН, не менее	Испытательное напряжение, кВ, не менее
40	20	20
70	35	20
120	60	25
160	80	25
210	105	30
300	150	35
400	200	35
530	265	35

Затем температуру в камере повышают для фарфоровых изоляторов до плюс  $(85 \pm 2)$  °С, для стеклянных — до плюс  $(70 \pm 2)$  °С и выдерживают в течение 6 ч.

По окончании испытания изоляторы выдерживают в условиях окружающей среды в течение 12 ч, после чего проводят внешний осмотр.

#### 4.4.7.3 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если не произошло его перекрытия, разрушения или пробоя и на поверхности элементов изолятора не произошло видимых изменений.

### **4.5 Проверка параметров и качества изоляторов**

#### **4.5.1 Проверка качества поверхности изоляционных деталей изолятора**

##### 4.5.1.1 Требования к средствам испытания и проведение испытания

Средства испытания и контроль качества поверхности изоляционных деталей изолятора из стекла — по ГОСТ 18328, из фарфора — по ГОСТ 13873.

##### 4.5.1.2 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если качество поверхности изоляционных деталей отвечает требованиям ГОСТ 18328 или ГОСТ 13873.

#### **4.5.2 Испытание фарфоровых изоляторов на пористость**

Требование к средствам испытания, проведение испытания и оценка результатов испытания фарфора на пористость — по ГОСТ 24409.

#### **4.5.3 Проверка толщины и качества сцепления цинкового покрытия**

##### 4.5.3.1 Требования к средствам испытания

Для измерения толщины цинкового покрытия должны применяться магнитные, электромагнитные или другие средства, обеспечивающие измерение толщины покрытия с погрешностью не более 10 % и сохранность изолятора.

Средства испытания для определения прочности сцепления защитного покрытия — по ГОСТ 9.307.

#### 4.5.3.2 Проведение испытания

Качество оцинкованной поверхности определяют внешним осмотром.

Толщину цинкового покрытия проверяют на шапке и стержне изолятора, которые необходимо очистить без снятия материала покрытия от загрязнений, жиров, коррозии и т.д.

С помощью измерительного прибора производят измерения (на стержне — 3, на шапке — 10) толщины в разных местах изделия. Близко к кромке, на кривизне или внутри угла измерения не производят.

Прочность сцепления защитного коррозионно-стойкого покрытия с основным металлом проверяют по ГОСТ 9.307.

#### 4.5.3.3 Оценка результатов испытания

Изолятор считают выдержавшим испытание, если среднее арифметическое значение толщины цинкового покрытия не ниже нормированного.

Внешний вид и прочность сцепления покрытия шапок и стержней должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.307.

### **4.5.4 Проверка размеров и массы изолятора**

#### 4.5.4.1 Требования к средствам испытания и проведение испытания

Проверку геометрических размеров проводят при помощи любого измерительного инструмента или предельными шаблонами с погрешностью измерения не более 20 % допуска на изготовление проверяемого изолятора.

4.5.4.2 Длину пути утечки измеряют по поверхности изоляционной детали изолятора между частями, находящимися под разными электрическими потенциалами, при помощи клейкой ленты на тканевой или бумажной основе и измерительного инструмента. Допустимая погрешность измерения — по 4.5.4.1. Расстояние по поверхности цементного шва не является частью длины пути утечки, если шов не имеет полупроводящего покрытия.

4.5.4.3 Узел сферического шарнирного соединения изоляторов проверяют специальными калибрами по ГОСТ 27396.

4.5.4.4 Массу изолятора проверяют на весах любой конструкции с погрешностью взвешивания в пределах  $\pm 5\%$  от массы изолятора.

#### **4.5.5 Проверка запирающих свойств замка**

Проверка запирающих свойств замка (эксплуатационные испытания) — по ГОСТ 12253.

#### **4.5.6 Проверка на соответствие требованиям надежности**

Показатели надежности определяют по распределению отказов изоляторов во времени в процессе эксплуатации путем аппроксимации фактического числа отказов по годам функционирования изоляторов по нарастающему итогу (но не менее чем за 4 года) функции вероятности безотказной работы.

#### **4.6 Дополнительная информация**

Виды и методы испытаний стеклянных и фарфоровых тарельчатых изоляторов, принятые в настоящем стандарте, сведены в справочном Приложении А.

## **5 Линейные подвесные стержневые фарфоровые изоляторы**

### **5.1 Общие технические требования**

Линейные подвесные стержневые фарфоровые (далее: стержневые фарфоровые) изоляторы для ВЛ 110-750 кВ должны соответствовать требованиям настоящего стандарта, стандартам МЭК 60383-1 и МЭК 60433, технических условий на изоляторы конкретного типа и конструкторской документации, утвержденных в установленном порядке.

Основные технические характеристики линейных подвесных стержневых фарфоровых изоляторов приведены в обязательном Приложении Б к настоящему стандарту.

Нормированные значения испытательных напряжений линейных стержневых фарфоровых изоляторов в сухом состоянии и под дождем, а также нормированные значения 50%-ных разрядных напряжений при заданной степени искусственного загрязнения приведены в обязательном Приложении В к настоящему стандарту. Там же приведены нормированные требования к допустимому уровню радиопомех от линейных стержневых фарфоровых изоляторов.

### **5.2 Методы испытаний**

#### **5.2.1 Общие требования к испытаниям**

Общие требования к испытаниям должны соответствовать п.п. 4.1 и 4.2.1 настоящего стандарта.

#### **5.2.2 Электрические испытания**

##### **5.2.2.1 Общие требования к электрическим испытаниям**

Установки для испытаний переменным напряжением в сухом состоянии и под дождем, напряжением грозового и коммутационного импульсов (в сухом состоянии и под дождем) должны соответствовать требованиям ГОСТ 1516.2.

При измерении электрических напряжений должны применяться приборы, обеспечивающие контроль параметров с погрешностью измерения не более 2,5% по ГОСТ 22261. Измерение напряжения при испытаниях - по ГОСТ 17512.

Испытательные установки для определения разрядных напряжений в загрязненном и увлажненном состоянии и параметров слоя загрязнения изоляторов, а также поправки на атмосферное давление при испытаниях в загрязненном и увлажненном состоянии должны отвечать требованиям ГОСТ 10390.

Общие условия испытаний, нормальные атмосферные условия, поправки на них, требования к форме кривых испытательных напряжений, процессу дождевания, параметры дождя и их измерение, температура и удельное сопротивление воды – в соответствии с п.п. 4.2.1.2, 4.2.1.3 и 4.2.2.1 настоящего стандарта.

Изоляторы при испытании должны быть укомплектованы экранной арматурой согласно конструкторской документации. Испытания в загрязненном и увлажненном состоянии изоляторов, предназначенных для работы в районах с 3-4 СЗ, допускается проводить без экранной арматуры.

При испытаниях по определению электрической прочности изоляторы должны быть установлены в положении, полностью соответствующем рабочему.

При испытании переменным напряжением в сухом состоянии и под дождем, а также напряжением грозового импульса должны имитироваться траверса опор и провод (ошиновка). Изолятор должен подвешиваться к поддерживающей конструкции с помощью заземленного троса (провода). Расстояние от верхней металлической части изолятора до поддерживающей конструкции должно соответствовать размерам реально применяемой сцепной арматуры (предпочтительно применение реальной сцепной арматуры). Расстояние до посторонних предметов должно составлять 1,5 длины изолятора, но не менее 1,5 м.

Ошиновка (прямой гладкий стержень или труба) должна присоединяться к нижней арматуре изолятора таким образом, чтобы она находилась в горизонтальном положении, и чтобы расстояние между нижним ребром изоляционной части изолятора и наружной поверхностью ошиновки было минимальным (не более 20 см). Длина ошиновки должна быть такой, чтобы она выступала в каждую сторону от вертикальной оси изолятора на расстояние, равное его длине. Диаметр ошиновки должен составлять не менее 25 мм. При испытаниях изоляторов класса 330 кВ и выше нижнее ребро изоляционной части изолятора должно быть расположено в плоскости расположения верхних составляющих расщепленного провода (для изоляторов 330 кВ - в плоскости расположения составляющих расщепленного провода).

Испытания переменным напряжением в загрязненном и увлажненном состоянии изоляторов, предназначенных для работы в районах с 3-4 СЗ, допускается проводить без имитации траверс опор и проводов (кроме изоляторов на напряжение 500 и 750 кВ).

Испытания изоляторов напряжением коммутационного импульса (в сухом состоянии и под дождем) должны проводиться при закреплении изоляторов на опорах или макетах опор соответствующего класса напряжения.

Расстояние от верхней точки арматуры (шапки) изолятора до нижней части горизонтального элемента, имитирующего траверсу опоры, должно соответствовать размерам реально применяемой сцепной арматуры. Расстояние между осями изолятора и вертикального элемента, имитирующего стойку опоры, должно быть в пределах 1,2 - 1,5 высоты изолятора. Высота элемента, имитирующего стойку опоры, должна быть не менее двух высот испытываемого изолятора. Ошиновка, состоящая из двух проводов в виде прямых стержней или трубок, или имитатор фазы линии должны присоединяться к нижней арматуре изолятора в горизонтальной плоскости под углом  $90^\circ$  к траверсе.



Трубки или стержни ошиновки диаметром 20-30 мм должны подвешиваться параллельно с помощью оттяжек или распорок. Расстояние между трубками должно составлять 400 мм. Длина ошиновки должна быть такой, чтобы с каждой стороны от оси изолятора она выступала на расстояние, равное высоте изолятора.

Для исключения разрядов с ошиновки допускается устанавливать на её концах выравнивающие экраны. Высота ошиновки над землей должна быть не менее 1,5 высоты изолятора, но не менее 6 м.

#### **5.2.2.2 Испытания выдерживаемым переменным напряжением в сухом состоянии и под дождем**

Испытания переменным одноминутным напряжением в сухом состоянии и под дождем должны проводиться приложением к изолятору нормированного испытательного напряжения (Приложение Г к настоящему стандарту) с выдержкой его в течение 1 мин. Напряжение должно прикладываться к изолятору с произвольной скоростью подъема до 1/3 нормированного значения (например, толчком), затем повышаться со скоростью около 2% нормированного значения в секунду. При достижении нормированного значения и выдержки напряжение должно быть быстро снижено до нуля.

Действующее значение установившегося тока короткого замыкания на стороне высокого напряжения испытательной установки при испытательном напряжении под дождем должно быть не менее 1 А.

Изолятор считают выдержавшим испытания, если при напряжении, указанном в обязательном Приложении В к настоящему стандарту, не произошло его перекрытия или повреждений.

#### **5.2.2.3 Испытания выдерживаемым импульсным напряжением**

Испытания напряжением грозового импульса положительной и отрицательной полярности должны проводиться в соответствии с ГОСТ

1516.2 воздействием на изоляторы стандартных грозовых импульсов 1,2/50 мкс.

Изолятор считают выдержавшим испытания, если при напряжении, указанном в обязательном Приложении В к настоящему стандарту, не произошло его перекрытия или повреждений.

#### **5.2.2.4 Испытания в загрязненном и увлажненном состоянии**

Испытания изоляторов в загрязненном и увлажненном состоянии при переменном напряжении должны проводиться методом равномерного предварительного загрязнения по ГОСТ 10390.

Испытания должны проводиться путем приложения напряжения способами ПД или ПТД по ГОСТ 10390. Определение 50%-ого разрядного напряжения должно проводиться способом «вверх – вниз» по ГОСТ 10390. Испытательная установка должна удовлетворять требованиям ГОСТ 10390.

Изолятор считают выдержавшим испытания, если значения полученного 50%-ого разрядного напряжения при заданной удельной поверхностной проводимости (Приложение В к настоящему стандарту, таблица В.3) не менее указанных в таблице В.2 обязательного Приложения В, и при этом не отмечено повреждений изолятора.

#### **5.2.2.5 Испытания напряжением коммутационного импульса в сухом состоянии и под дождем**

Испытания напряжением коммутационного импульса (в сухом состоянии и под дождем) положительной и отрицательной полярности должны проводиться в соответствии с ГОСТ 1516.2. Испытания должны проводиться воздействием на изоляторы 15 стандартных колебательных импульсов 4000/7500 мкс или 250/2500 мкс по ГОСТ 1516.2.

Изолятор считают выдержавшим испытания, если при напряжении коммутационного импульса, указанном в обязательном Приложении Г к настоящему стандарту, произошло не более двух перекрытий и не отмечено повреждений изолятора.

### **5.2.2.6 Испытания изоляторов на отсутствие видимой короны**

Испытания изоляторов на отсутствие видимой короны должны проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 1516.2.

### **5.2.2.7 Испытания по определению уровня радиопомех**

Испытания должны проводиться по ГОСТ 26196.

Изолятор считают выдержавшим испытания, если он соответствует требованиям обязательного Приложения Г к настоящему стандарту.

### **5.2.2.8 Испытания по определению дугостойкости изоляторов**

5.2.2.8.1 Испытания должны проводиться на изоляторах, укомплектованных экранной (дугозащитной) арматурой, согласно рабочей конструкторской документации.

Испытания должны проводиться воздействием дуги переменного тока в закрытой камере или на открытом воздухе. Напряжение питания дуги (напряжение холостого хода источника) должно обеспечивать устойчивое горение дуги. При испытании на открытом воздухе скорость ветра не должна превышать 5 м/с.

При испытаниях изолятор должен находиться в вертикальном положении и должен быть снабжен макетом токопровода. Способ крепления изолятора и макета токопровода должен обеспечивать невозможность перехода дуги на посторонние предметы.

Подвод тока должен осуществляться шинами. Сечение и способ крепления шин к арматуре изоляторов должны обеспечивать их надежную работу при горении дуги.

Инициирование дуги должно производиться шунтированием участков изоляторов длиной 300 - 350 мм (рисунок 5.1) проволокой диаметром 0,1 - 0,3 мм. Проволока закрепляется на изолирующем элементе закручиванием вокруг тела изолятора в промежутках между ребрами и должна касаться краев ребер изолятора. Концы проволоки должны крепиться непосредственно к экранной

арматуре, причем на середине изолятора следует выполнить переход проволоки на противоположную сторону.

Параметры испытаний на дугостойкость изоляторов должны соответствовать таблице 5.1. Подвод и отвод тока должен осуществляться по симметричной схеме согласно рисунку 5.2.

Таблица 5.1 - Испытания на дугостойкость стержневых изоляторов на напряжение 110 - 750 кВ

Количество испытываемых изоляторов, шт.	Количество испытаний на каждом изоляторе	Ток дуги, кА	Длительность воздействия, с
3	2	$20 \pm 1,5$	$0,2 \pm 0,01$

5.2.2.8.2 После каждого воздействия дуги должны производиться осмотр изоляторов и регистрация повреждений.

5.2.2.8.3 Изолятор считают выдержавшим испытания, если при воздействии дуги не произошло повреждений изолятора или повреждения экранной арматуры, приводящего к нарушению ее защитных функций.

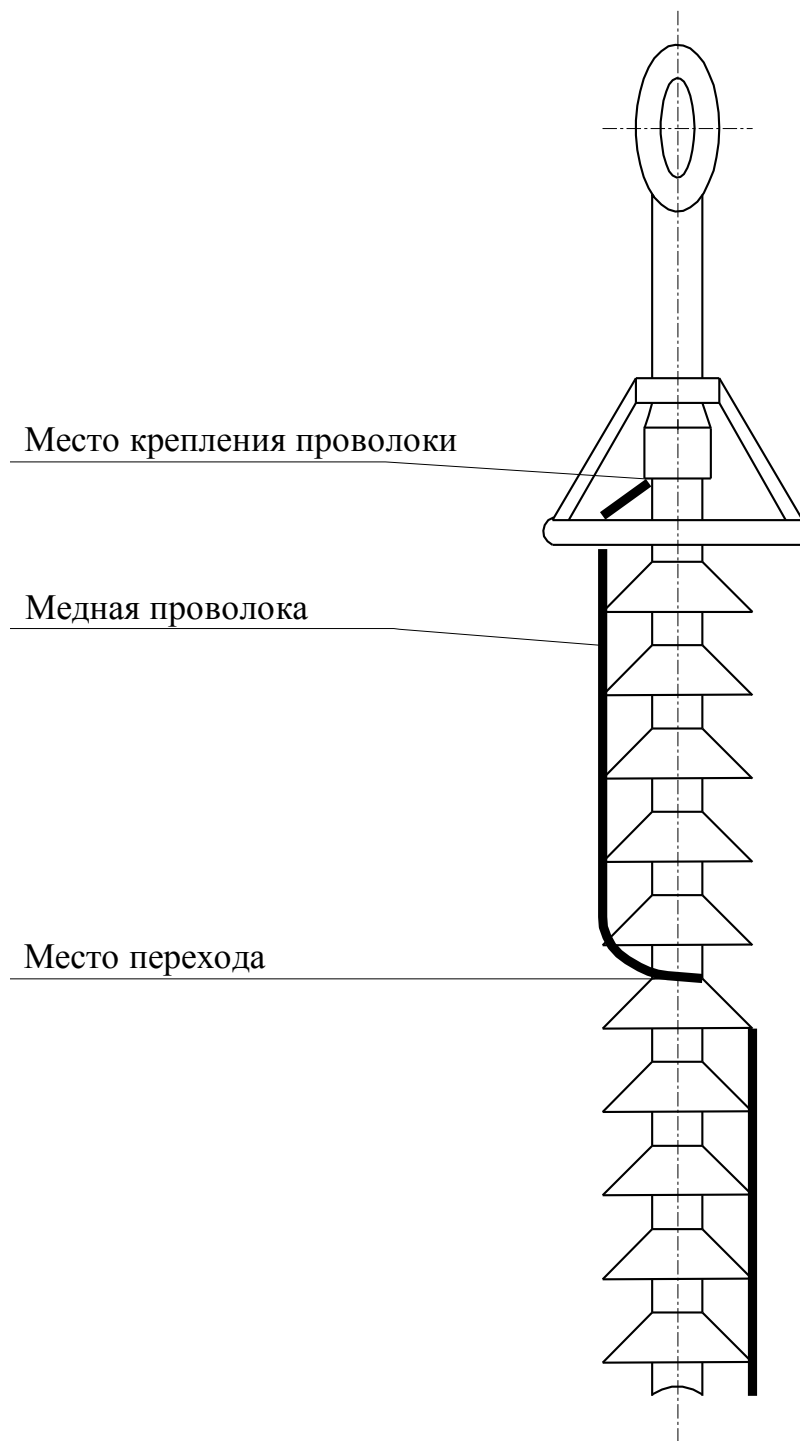


Рисунок 5.1 - Расположение проволоки при иницировании дуги  
(испытание на дугостойкость)

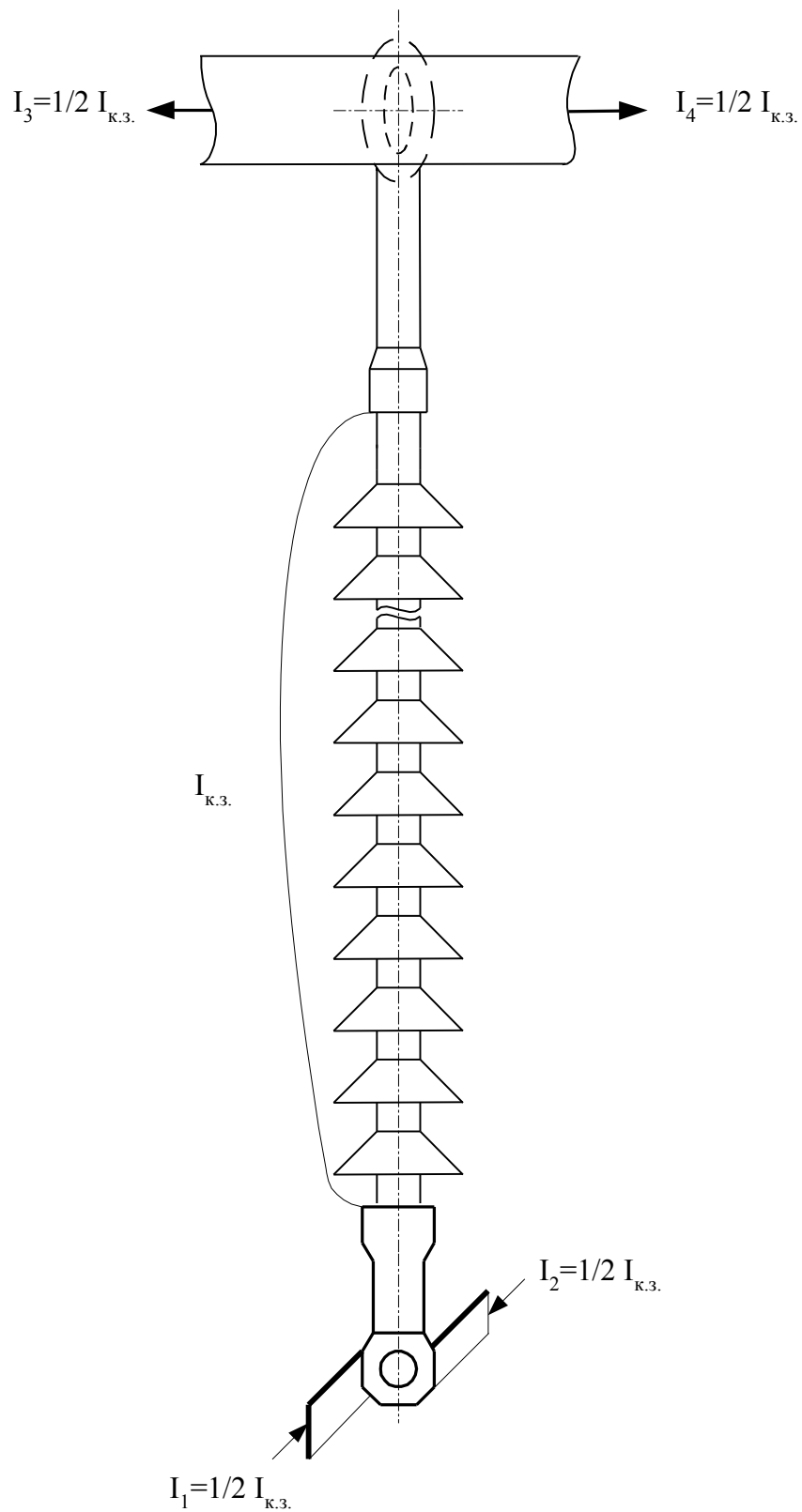


Рисунок 5.2 - Схема подвода и отвода токов при испытании на дугостойкость

## **5.2.3 Механические испытания**

### **5.2.3.1 Общие требования к механическим испытаниям**

Оборудование для механических испытаний должно обеспечивать растягивающую силу в пределах двукратного значения нормированной разрушающей механической силы изолятора. Погрешность измерения механической силы не должна быть более 2%.

### **5.2.3.2 Испытания при кратковременном приложении механической растягивающей силы**

Испытания могут проводиться: приложением растягивающей силы в течение 1 мин; приложением нормированной разрушающей растягивающей силы без доведения до разрушения; определение разрушающей растягивающей силы. Испытания должны проводиться при комнатной температуре.

Испытания должны проводиться при комнатной температуре по истечении времени после сборки изоляторов, установленного технической документацией предприятия - изготовителя.

При испытании изоляторы должны крепиться в испытательной установке при помощи приспособлений, механическая прочность которых должна быть выше механической прочности испытываемых изоляторов.

Испытания изоляторов силой в течение 1 мин должны проводиться при плавном подъеме силы со скоростью не более 5 кН/с до нормированного значения. Нормированное значение силы (50% нормированной разрушающей силы) должно выдерживаться в течение 1 мин, а затем плавно снижаться до нуля. При испытании изоляторов разрушающей силой она должна быстро и плавно (с любой скоростью) повышаться до значения, равного 75% нормированной разрушающей силы, затем сила должна плавно повышаться со скоростью не более 5 кН/с до нормированного значения, а затем до разрушения изолятора. В качестве расчетной разрушающей силы при растяжении принимается среднее значение, полученное на всех испытанных

изоляторах. При испытании изоляторов нормированной силой без разрушения сразу после достижения нормированного значения приложенная к изолятору сила должна быть плавно снижена до нуля с любой скоростью.

Изолятор считают выдержавшим испытания кратковременным приложением механической растягивающей силы без разрушения, если эта сила достигнута без механических повреждений изоляторов.

Изолятор считают выдержавшим испытания кратковременным приложением механической растягивающей силы до разрушения, если эта сила больше нормированного значения.

### **5.2.3.3 Испытание электромеханической разрушающей нагрузкой**

Устройство для испытаний должно соответствовать стандарту МЭК 60120 (изоляторы с шапками для сферического шарнирного соединения) и стандарту МЭК 60471 (изоляторы с шапками для соединения типа "серьга-проушина").

Изоляторы должны подвергаться воздействию переменного напряжения и растягивающей нагрузки, прикладываемых одновременно между шапками изоляторов.

Приложенное напряжение должно быть указано в технических условиях на линейные стержневые фарфоровые изоляторы конкретного типа. Это значение напряжения должно сохраняться в течение всего испытания.

Растягивающая нагрузка должна увеличиваться, начиная с нуля, быстро, но постепенно, до достижения величины, равной 75% нормированной механической разрушающей нагрузки, и затем ее постепенно увеличивают (со скоростью от 35% до 100% нормированной механической разрушающей нагрузки в минуту) до достижения разрушающей нагрузки. Эти скорости увеличения нагрузки соответствуют достижению нормированной механической разрушающей нагрузки за промежуток времени от 15 до 45с.

Изолятор считают выдержавшим испытание, если электромеханическая разрушающая нагрузка, полученная при испытаниях, составляет не менее 1,15 от нормированной механической разрушающей нагрузки.



## **5.2.4 Климатические испытания**

### **5.2.4.1 Термомеханические испытания**

Испытательное оборудование для определения термомеханической прочности должно обеспечивать возможность приложения заданной механической силы, максимальную и минимальную температуры окружающей среды и выдержку каждой из этих температур в течение каждого температурного цикла. Минимальная и максимальная температура окружающей среды должны быть выдержаны в течение не менее 6 часов.

Испытания должны проводиться воздействием на изоляторы, четырех 24-часовых циклов охлаждения и нагревания от минус  $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$  до плюс  $50 \pm 5^{\circ}\text{C}$  с одновременным приложением механической растягивающей силы, равной 60% нормированной механической разрушающей растягивающей силы, которая должна оставаться постоянной в течение каждого цикла испытаний.

Механическая сила должна прикладываться к изоляторам перед началом каждого цикла температурного воздействия при комнатной температуре и полностью сниматься в конце цикла. Каждый 24-часовой цикл должен состоять из периодов охлаждения, нагревания и последующего охлаждения до температуры окружающего воздуха.

Рекомендуемый временной режим проведения испытаний приведен на рисунке 5.3.

Изолятор считают выдержавшим испытание на термомеханическую прочность, если не произошло их повреждений.

### Термомеханические испытания стержневых подвесных изоляторов

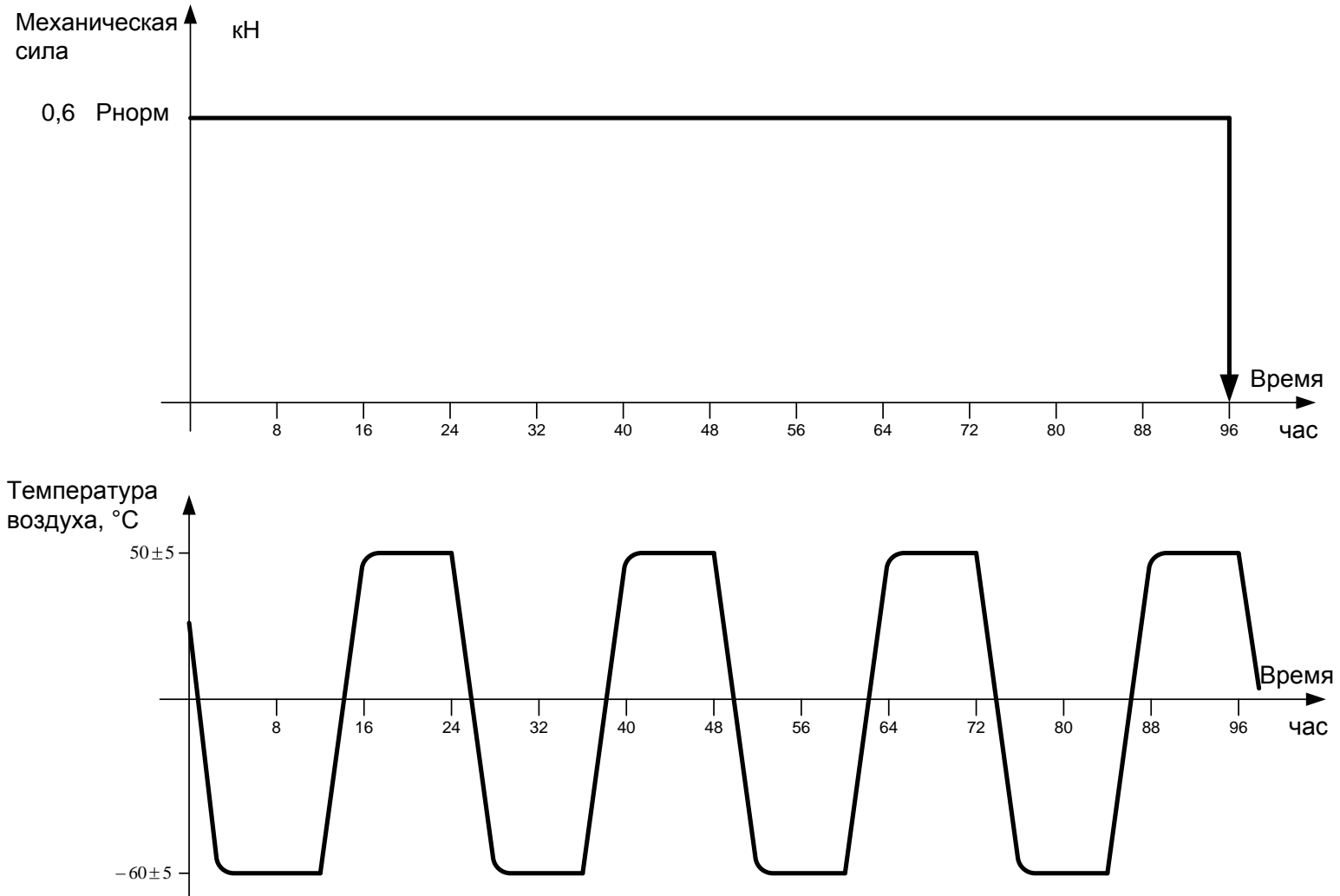


Рисунок 5.3 - Циклы термомеханических испытаний

#### **5.2.4.2 Испытание на термостойкость**

Изоляторы вместе с экранной арматурой должны быстро и полностью погружаться в ванну с водой, температура которой на  $70^{\circ}\text{C}$  выше, чем температура холодной воды в ванне, используемой для последующих испытаний. Изоляторы остаются погруженными на время  $T = 15 + 0,7 m$  (мин), где  $m$  - масса изолятора в килограммах. Время  $T$  не должно превышать 30 мин.

Количество воды в испытательных резервуарах должно быть достаточно большим, чтобы погружение изоляторов не вызвало изменения температуры воды более, чем на  $+5^{\circ}\text{C}$ .

Затем изоляторы извлекают и быстро полностью погружают в ванну с холодной водой, где они остаются погруженными на то же время, что и в горячей воде. Этот цикл нагрева и охлаждения проводится последовательно 3 раза. Период времени, необходимый для перемещения образцов из одной ванны в другую, не должен превышать 30 с.

По окончании третьего цикла изоляторы должны осматриваться на предмет отсутствия трещин. Затем изоляторы подвергаются в течение 1 мин воздействию механической нагрузки, равной 80% от нормированной механической разрушающей нагрузки.

Изолятор считается выдержавшим это испытание, если не произошло разрушения или другого механического разрушения.

#### **5.2.4.3 Испытание изоляторов на стойкость к термоудару**

Изоляторы должны быстро и полностью погружаться в воду, температура которой не превышает  $50^{\circ}\text{C}$ , после предварительного нагрева их горячим воздухом или другими соответствующими средствами до равномерной температуры, превышающей, по крайней мере, на  $100^{\circ}\text{C}$  температуру воды, в которую они погружаются.

В этой воде изоляторы остаются погруженными в течение, по крайней мере, 2 минут.

Изолятор считается выдержавшим это испытание, если не произошло разрушения изолирующей детали.

## **5.2.5 Проверка параметров и качества изоляторов**

### **5.2.5.1 Проверка размеров и массы изоляторов**

5.2.5.1.1 Измерения геометрических размеров и длины пути утечки изоляторов должно проводиться в соответствии с 4.5.4.1 и 4.5.4.2 настоящего стандарта.

5.2.5.1.2 Длина пути утечки изоляторов должна измеряться по поверхности изоляционной части между шапками при помощи клейкой ленты на тканевой или бумажной основе и измерительного инструмента. Допустимая погрешность измерения – согласно обязательному Приложению Г к настоящему стандарту. Масса изоляторов должна определяться на весах любой конструкции с погрешностью взвешивания не более  $\pm 0,5$  % от массы изолятора.

5.2.5.1.3 Изолятор считают выдержавшим испытания, если его масса и размеры удовлетворяют требованиям, приведенным в технических условиях на изолятор конкретного типа.

### **5.2.5.2 Проверка осевого, радиального и углового смещений**

Проверки должны проводиться при помощи специальных устройств и приспособлений, указанных в стандартах МЭК 60120 и МЭК 60471.

Осевое отклонение при вращении изолятора на  $360^\circ$  не должно превышать 1,4% от длины изолятора, если она меньше 750 мм, и 1,2% - если она не менее 750 мм.

Величина углового отклонения изоляторов, установленных в специальные устройства в соответствии со стандартами МЭК 60120 и МЭК 60471, не должна превышать  $4^\circ$  (шапки для соединения "серьга-проушина") и  $15^\circ$  (шапки для шарнирного сферического соединения и других типов соединений).

### **5.2.5.3 Проверка качества поверхности изоляционных деталей изолятора**

Цвет изолятора должен соответствовать указанному на чертеже. Допускается незначительное отклонение оттенка глазури, что не должно служить основанием для отбраковки изолятора. Это относится также к поверхностям, на которых слой глазури тоньше и поэтому светлее.

Поверхности, подлежащие глазурированию согласно чертежу, должны быть покрыты гладкой и блестящей прочной глазурью без трещин и других дефектов, мешающих нормальной эксплуатации.

Дефектами глазури считаются участки, не покрытые глазурью, сколы, включения в глазури и поры.

Общая площадь дефектов глазури в мм<sup>2</sup> на каждом изоляторе не должна превышать значения, равного:

$$100 + \frac{D \cdot L}{2000}, \quad (2)$$

а площадь какого-либо одного дефекта глазури в мм<sup>2</sup> значения, равного:

$$50 + \frac{D \cdot L}{2000}, \quad (3)$$

где D - наибольший диаметр изолятора, в мм;

L - длина пути утечки изолятора, в мм.

Не допускаются повреждения глазури на стержне (теле) изоляторов.

Скопления включений (например, песчинки) считаются одним дефектом глазури. Площадь, охватываемая ими, должна быть включена в общую площадь дефектов глазури.

Поры диаметром менее 1,0 мм (например, поры, образованные от частиц пыли в ходе глазурирования) не включаются в общую площадь дефектов глазури. Однако, на любом участке поверхности размером 50 мм x 10 мм, количество пор не должно превышать 15.

#### **5.2.5.4 Испытание на пористость**

Керамические куски изоляторов должны погружаться в 1%-ый спиртовой раствор фуксина (1 г фуксина на 100 г метилированного спирта) под давлением не менее  $15 \times 10^6$  Н/м<sup>2</sup> в течение такого времени, чтобы

произведение длительности испытания в часах на испытательное давление в Н/м<sup>2</sup> было не менее  $180 \times 10^6$ . Затем куски извлекают из раствора, промывают, сушат и снова разбивают.

При осмотре невооруженным глазом только что разбитых поверхностей не должно быть обнаружено каких-либо следов проникновения красителя. Проникновением красителя в малые трещины, образовавшиеся при первичном разбивании, можно пренебречь.

#### **5.2.5.5 Проверка качества гальванического покрытия**

Испытания должны проводиться в соответствии с ГОСТ 9.301-78, ГОСТ 9.306-85 и ГОСТ 13276-79.

Металлические детали изоляторов должны подвергаться проверке качества гальванического покрытия по его внешнему виду, после чего должна быть определена масса покрытия магнитным методом.

Внешний вид изолятора считается выдержавшим испытание, если покрытие гладкое, непрерывное и однородное и не имеет дефектов, которые могли бы повлиять на эксплуатационные характеристики детали с гальваническим покрытием.

Допускаются небольшие участки без покрытий. Максимальная площадь одного участка без покрытия может быть 4 мм<sup>2</sup>, но вся площадь без покрытия не должна превышать 0,5% от примерной общей площади поверхности металлической детали, и при этом быть не более 20 мм<sup>2</sup>.

Покрытие должно достаточно прочно прилегать к металлической детали, чтобы обеспечить нормальную эксплуатацию изолятора без отслаивания и шелушения.

Значение массы покрытия, представленное в виде среднеарифметической величины измерений, не должно быть меньше нормированной величины, указанной в технических условиях на изоляторы конкретного типа.

#### **5.2.5.6 Проверка запирающих свойств замка**

Проверка запирающих свойств замка должно проводиться в соответствии с требованиями стандарта МЭК 60372 и ГОСТ 12253.

### **5.2.6 Проверка показателей надежности**

5.2.6.1 Показатели надежности должны оцениваться по распределению отказов изоляторов во времени в процессе эксплуатации путем аппроксимации фактического числа отказов по годам эксплуатации изоляторов по нарастающему итогу (не менее чем за 6 лет) функцией вероятности безотказной работы.

## **6 Линейные подвесные стержневые полимерные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ**

### **6.1 Общие требования к испытаниям**

Общие требования к испытаниям должны соответствовать 4.1 и 4.2.1 настоящего стандарта.

### **6.2 Электрические испытания**

#### **6.2.1 Общие требования к электрическим испытаниям**

6.2.1.1 Общие требования к электрическим испытаниям должны соответствовать 5.2.2.1 настоящего стандарта.

6.2.1.2 При электрических испытаниях (переменным напряжением в сухом состоянии и под дождём, грозovým и коммутационным импульсом) не должно происходить повреждений защитной оболочки полимерных изоляторов или пробоя.

Изоляторы считают выдержавшими испытание, если их разрядные характеристики соответствуют нормированным значениям.

6.2.1.3 Испытания выдерживаемым в течение 30 мин переменным напряжением должны проводиться приложением к испытываемому изолятору напряжения, обеспечивающего отсутствие перекрытия, и составляющего не менее 80% среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии. Подъем напряжения до заданного значения может производиться с любой скоростью.

Изоляторы класса напряжения 750 кВ в составном исполнении допускается испытывать поэлементно.

Изоляторы считают выдержавшими испытания, если не произошло существенных или критических повреждений защитной оболочки и пробоа, а также, если перегрев поверхности защитной оболочки, измеренный любым инструментальным способом сразу после снятия напряжения, в различных местах по длине изоляторов не превышает 20°С по отношению к температуре окружающего воздуха.

6.2.1.4 Значение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии, определенного на начальной стадии испытаний, используется для определения величины испытательного выдерживаемого в течение 30 мин переменного напряжения, для оценки результатов испытаний на трекингоэрозионную стойкость, дугостойкость и климатических испытаний.

6.2.1.5 Испытания импульсами напряжения с крутым фронтом должны проводиться приложением по 25 импульсов положительной и отрицательной полярности, амплитудное значение которых должно обеспечивать перекрытие изолятора фронтальной частью импульса с крутизной не менее 2000 кВ/мкс.

При испытаниях изолятор может находиться как в вертикальном, так и в горизонтальном положении в условиях, исключающих разряд между частями изолятора и проводниками, находящимися под напряжением, на посторонние предметы.

При испытании импульсами с крутым фронтом должны имитироваться траверса опор и провод (ошиновка).

Испытания импульсами с крутым фронтом изоляторов, предназначенных для работы в районах с 3-4 СЗ, допускается проводить без экранной арматуры.

Соединение оконцевателей с источником импульсов напряжения и землей должно производиться малоиндуктивными проводниками (например,



в виде медной или латунной полосы шириной около 20 мм и толщиной не менее 1 мм), сечение которых должно обеспечивать отсутствие на проводниках импульсной короны.

Изоляторы на напряжение 110 кВ и выше рекомендуется испытывать по частям. При этом электроды должны устанавливаться на изоляционные части испытываемого изолятора на расстоянии не более 50 см друг от друга. Импульсное напряжение должно прикладываться к двум соседним электродам или между одним концом изолятора и ближайшим электродом. Каждая часть изолятора должна подвергаться воздействию 25 импульсов с крутым фронтом положительной и отрицательной полярности. Каждый импульс должен обеспечивать перекрытие (пробой) между электродами.

Установка для испытаний импульсным напряжением с крутым фронтом должна создавать импульс, амплитудное значение которого обеспечивает перекрытие изолятора на фронте импульса; при этом разрядное напряжение  $U_p$  должно быть не менее 0,3 и не более 0,9 амплитудного значения соответствующего полного грозового импульса.

Крутизна фронта (К) при испытании изолятора должна вычисляться по формуле:  $K=U_p/T_c$ , где  $T_c$  - предразрядное время, определяемое в соответствии с ГОСТ 1516.2.

Изоляторы считают выдержавшими испытания, если не произошло существенных или критических повреждений защитной оболочки или пробоя.

6.2.1.6 Средние разрядные переменные напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии и под дождем, 50%-ные разрядные напряжения грозового и коммутационного импульса в сухом состоянии и под дождем должны определяться и рассчитываться по ГОСТ 1516.2.

### **6.2.2 Испытания выдерживаемым переменным напряжением в сухом состоянии и под дождем**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.2.2 настоящего стандарта.

### **6.2.3 Испытание выдерживаемым импульсным напряжением**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.2.3 настоящего стандарта.

### **6.2.4 Испытания в загрязненном и увлажненном состоянии**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.2.4 настоящего стандарта.

В обязательном Приложении Д к настоящему стандарту приведено описание некоторых особенностей метода загрязнения и увлажнения подвесных полимерных стержневых изоляторов.

### **6.2.5 Испытания напряжением коммутационного импульса в сухом состоянии и под дождем**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.2.5 настоящего стандарта.

### **6.2.6 Испытания по определению уровня радиопомех**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.2.7 настоящего стандарта.

### **6.2.7 Испытания изоляторов на отсутствие видимой короны**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.2.6 настоящего стандарта.

### **6.2.8 Испытания по определению дугостойкости изоляторов**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.2.8 настоящего стандарта.

При однотипных конструкциях изоляторов (одинаковая технология изготовления, одинаковый материал защитной оболочки (для полимерных изоляторов), одинаковый способ закрепления оконцевателей) допускается проводить испытания только изоляторов наименьшего класса по механической прочности. Допускается проведение испытаний на макетах.

При испытаниях изолятор должен находиться под механической растягивающей силой в соответствии с таблицей 6.1.

Таблица 6.1 - Испытательная механическая растягивающая сила при испытаниях изоляторов на дугостойкость

Нормированная разрушающая механическая сила при растяжении, кН	Испытательная механическая сила, кН
40	8
70	14
120	24
160	32
210	42
300	60

После основных испытаний должны быть проведены контрольные испытания в следующей последовательности:

- определение трекингоэрозионной стойкости распылением водного раствора  $\text{CaCl}_2$  при длительности испытаний 100 часов (6.2.8);
- определение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме;
- приложение испытательного переменного напряжения в течение 30 мин (это испытание должно проводиться на сухих и чистых изоляторах);
- приложение одномоментной растягивающей силы, равной 50% нормированной механической разрушающей растягивающей силы.

Изоляторы считаются выдержавшими испытания, если:

- при воздействии дуги с нормированными параметрами не произошло пробоя, критических повреждений защитной оболочки; повреждения экранной арматуры, приводящего к нарушению ее защитных функций,
- получены положительные результаты контрольных испытаний,
- значение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме составило не менее 85% от значения, определенного по 6.2.1.4 настоящего стандарта.

### 6.2.9 Испытания на трекингоэрозионную стойкость

6.2.9.1 Перед испытаниями на трекингоэрозионную стойкость необходимо провести подготовительные испытания изоляторов, состоящие из приложения различных нагрузок в циклической последовательности:

- ультрафиолетового излучения (моделирование солнечной радиации);
- высокой (не менее 90%) влажности (пар) в сочетании с наибольшим рабочим фазным переменным напряжением;
- нагрева в сухом состоянии до температуры 80°C;
- нагрева в воде до температуры 80°C.

Длительность воздействия каждой нагрузки должна составлять около 8 ч, всего каждый изолятор должен подвергаться воздействию не менее 2-х циклов (примерная длительность испытаний 64 ч). Перерыв между приложениями различных нагрузок не должен превышать 1 часа .

Пример цикла, включающего различные указанные выше нагрузки, приведен на рисунке Д рекомендованного Приложения Д к настоящему стандарту.

Испытательная камера должна быть снабжена вводом высокого напряжения и устройствами для создания увлажнения проводящей влагой и высокой влажности воздуха в рабочем объеме камеры. Камера должна быть таких размеров, чтобы расстояние от испытываемого объекта до ее стенок было не менее половины длины изолятора, но не менее 1,2 м.

При испытании должен применяться трансформатор, обеспечивающий в момент бросков тока утечки в установившемся режиме испытаний снижение напряжения на испытываемом объекте не более чем на 10%.

6.2.9.2 К изоляторам должно прикладываться испытательное напряжение в соответствии с таблицей 6.2 настоящего стандарта, которое должно быть неизменным в течение всего времени испытаний. Допускается проведение испытаний изоляторов на макетах. В этом случае величина испытательного напряжения должна быть пересчитана пропорционально

длине изоляционной части макета. Испытания допускается проводить на изоляторах без экранной арматуры.

Таблица 6.2 - Нормированное испытательное напряжение при испытании на трекингоэрозионную стойкость

Номинальное напряжение, кВ	Испытательное напряжение, кВ
110	80
150	110
220	160
330	230
500	335
750	500

Определение трекингоэрозионной стойкости изоляторов должно проводиться при их увлажнении распылением водного раствора  $\text{CaCl}_2$  с массовой концентрацией 250 г/л.

Предварительно изоляторы должны быть равномерно загрязнены методом ПЗ по ГОСТ 10390 с удельной проводимостью слоя загрязнения не более 1 мкСм и с поверхностной плотностью загрязнения не более 1 мг/см<sup>2</sup>. Удельное объемное сопротивление исходного раствора при температуре 20°С должно составлять 5÷6 Ом·см. Увлажнение изоляторов раствором  $\text{CaCl}_2$  должно производиться до момента начала стекания капель загрязняющего вещества (до полного насыщения слоя загрязнения раствором).

Во время испытания влажность воздуха в камере должна быть не менее 90%. С этой целью в камеру периодически должен поступать слабый туман (пар).

Испытательное напряжение должно прикладываться к изоляторам ступенями примерно по 20 % от требуемого значения. Длительность выдержки на каждой ступени должна составлять не менее 3 мин.

При ослаблении частичных разрядов на поверхности изолятора должно быть произведено дополнительное увлажнение изоляторов раствором  $\text{CaCl}_2$  с отключением напряжения на время не более 5 минут. Ослабление разрядов

должно оцениваться визуально. В любом случае дополнительное увлажнение должно производиться не позднее, чем через 8 ч после предыдущего увлажнения.

Длительность испытаний зависит от степени загрязнения (СЗ) района эксплуатации изоляторов и должна составлять:

1-2 СЗ – 200 ч,

3-4 СЗ – 500 ч;

6.2.9.3 Определение трекингоэрозионной стойкости изоляторов, предназначенных для эксплуатации в районах с 1 и 2 СЗ, может также проводиться в соленом тумане при увлажнении мелкораспыленным раствором поваренной соли (NaCl) с удельным объемным сопротивлением 1500, 750 и 300 Ом·см. Интенсивность увлажнения должна составлять 0,05+0,008 мм/мин.

Общая длительность испытаний должна быть разбита на шесть циклов, которые делятся на ступени согласно таблице 6.3. Испытания на нулевой ступени должны проводиться только в первом из циклов. Общая продолжительность испытаний изоляторов должна составлять 182 ч.

Таблица 6.3 - Ступени испытаний на трекингоэрозионную стойкость в соленом тумане

Ступень	Удельное объемное электрическое сопротивление загрязняющего раствора, Ом·см	Длительность испытаний на каждой ступени, ч
Нулевая	1500	20
Первая	1500	16
Вторая	750	8
Третья	300	3

6.2.9.4 Через каждые 8 часов испытаний, как методом CaCl<sub>2</sub>, так и в соленом тумане, а также после окончания основных и дополнительных испытаний должны производиться осмотры изоляторов со снятием

напряжения. При осмотрах должны отмечаться состояние поверхности изоляторов и подробно фиксироваться имеющиеся повреждения. Общая длительность перерывов, необходимых для осмотра изоляторов и технологической подготовки испытательной установки, не должна превышать 1 часа.

6.2.9.5 Рекомендуется проведение дополнительных испытаний на трекингоэрозионную стойкость в камере соленого тумана в соответствии с методикой стандарта МЭК 61109 (1992) при минимальной длительности испытаний 1000 ч.

6.2.9.6 Перекрытие изоляторов во время испытаний не является бракующим фактором. Наличие двух и более перекрытий свидетельствует о несоответствии условий увлажнения и загрязнения нормированным значениям. В этом случае следует откорректировать степень загрязнения и увлажнения испытываемых изоляторов.

После испытаний в камере на чистых и сухих изоляторах должны быть проведены контрольные испытания в следующей последовательности:

- определение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме;
- приложение испытательного переменного напряжения в течение 30 мин;
- приложение импульсов напряжения с крутым фронтом;
- определение разрушающей механической растягивающей силы.

Изоляторы считаются выдержавшими испытания, если:

- после испытаний в камере не отмечено критических повреждений защитной оболочки и пробоя;
- изоляторы успешно выдержали контрольные испытания переменным напряжением в течение 30 мин и импульсами напряжения с крутым фронтом;

– значение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме составило не менее 85% от значения, определенного по 6.2.1.4 настоящего стандарта (контрольное испытание);

– разрушающая механическая растягивающая сила испытанных на трекингоэрозионную стойкость изоляторов не менее нормированного значения (контрольное испытание).

### **6.3 Механические испытания**

#### **6.3.1 Общие требования к механическим испытаниям**

При механических испытаниях подвесных стержневых полимерных изоляторов не должно наблюдаться механических повреждений (остаточная деформация изоляторов, деформация и сползание оконцевателей, смещение ребер, сколы и другие повреждения).

#### **6.3.2 Испытания при кратковременном приложении механической растягивающей силы**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.3.2 настоящего стандарта.

Допускается проводить испытания разрушающей силой изоляторов напряжением 150 кВ и выше на макетах.

#### **6.3.3 Испытания при длительном приложении механической растягивающей силы**

Испытания при длительном приложении механической растягивающей силы (96 часов) должны проводиться при комнатной температуре не менее чем на 12-ти изоляторах или макетах. Эти испытания должны быть подразделены на три группы.

На шести изоляторах должно определяться среднее значение кратковременной разрушающей силы при растяжении.

К трем изоляторам в течение 96 часов должна прикладываться сила, составляющая  $0,7 P_{\text{норм}}$ . Изоляторы должны выдерживать эту силу без повреждений. После этого области оконцевателей одного из этих изоляторов



должны быть проверены методом цветной дефектоскопии (Приложение Л к настоящему стандарту) на отсутствие трещин.

Если на оконцевателях или вблизи них обнаружены трещины, оболочка и оконцеватель со стержнем должны быть разрезаны на две части перпендикулярно наиболее широкой из трещин. Поверхности этих частей должны быть более подробно исследованы для определения глубины трещин.

К трем изоляторам в течение 96 часов должна прикладываться сила, составляющая  $0,6 P_1$ . Изоляторы должны выдерживать эту силу без повреждений. После этого области оконцевателей одного из этих изоляторов должны быть проверены методом цветной дефектоскопии на отсутствие трещин.

Если обнаружены какие-либо трещины, оболочка и оконцеватель со стержнем должны быть разрезаны на две части перпендикулярно наиболее широкой из трещин. Поверхности этих частей должны быть более подробно исследованы для определения глубины трещин

Изоляторы считаются выдержавшими испытания при длительном приложении механической растягивающей силы, если:

- не произошло их повреждений;
- нет трещин, выявленных методом цветной дефектоскопии.

Определение механической прочности изоляторов при очень большой длительности воздействия статической механической растягивающей силы (несколько месяцев или лет) рекомендуется проводить в соответствии с обязательным Приложением Е к настоящему стандарту.

#### **6.4 Климатические испытания**

Изоляторы считаются выдержавшими климатические испытания, если они последовательно выдержали испытание на резкий сброс нагрузки, термомеханические испытания, испытания на проникновение воды.

##### **6.4.1 Испытания на устойчивость к резкому сбросу нагрузки**

Испытания на устойчивость к резкому сбросу нагрузки должны проводиться путем приложения к изолятору механической растягивающей силы, составляющей 30% от нормированной разрушающей силы, выдержки ее в течение 5 мин и последующего сброса нагрузки за время не более 0,2 с. Испытания должны проводиться при температуре  $0 \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Допускается проводить испытания на макетах. Схема устройства для резкого сброса нагрузки приведена в рекомендуемом Приложении Ж к настоящему стандарту.

Изоляторы считают выдержавшими испытания на устойчивость к резкому сбросу нагрузки, если после трех циклов приложения и сброса нагрузки отсутствуют их деформации и повреждения, и если изоляторы выдержали контрольные испытания импульсами с крутым фронтом.

#### **6.4.2 Термомеханические испытания**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.4.1 настоящего стандарта.

После завершения четвертого цикла не позднее чем через 24 часа каждый изолятор должен быть испытан импульсным напряжением с крутым фронтом с последующим кратковременным приложением нормированной механической растягивающей силы без доведения до разрушения.

Изоляторы считают выдержавшими испытание на термомеханическую прочность, если:

- нормированная механическая сила достигнута без повреждений,
- не произошло электрических повреждений или пробоя,
- изоляторы выдержали последующие испытания на проникновение воды (6.4.3).

#### **6.4.3 Испытания на проникновение воды**

Испытания на проникновение воды должны производиться на изоляторах, прошедших термомеханические испытания, путем погружения их на 42 часа в емкость с кипящей деминерализованной водой, в которую добавлено 0,1 % (по весу) NaCl. После кипячения образцы должны

оставаться в емкости до охлаждения воды примерно до 50°C и выдерживаться при этой температуре до начала контрольных испытаний. Контрольные испытания должны быть произведены в течение 48 часов в следующей последовательности:

- определение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии;
- приложение испытательного переменного напряжения в течение 30 мин;
- приложение импульсов напряжения с крутым фронтом;
- определение разрушающей механической растягивающей силы.

Изоляторы считают выдержавшими испытания на проникновение воды, если:

- при контрольных электрических испытаниях не произошло электрических повреждений защитной оболочки или пробоя,
- среднее разрядное переменного напряжение при плавном подъеме в сухом состоянии не менее 85% от значения, определенного по 6.2.1.4 настоящего стандарта,
- разрушающая механическая растягивающая сила больше нормированного значения.

#### **6.4.4 Испытания на старение**

Методика испытания на старение под рабочим напряжением с моделированием атмосферных условий приведена в рекомендуемом Приложении К к настоящему стандарту.

### **6.5 Проверка параметров и качества изоляторов**

#### **6.5.1 Проверка размеров и массы изоляторов**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.5.1 настоящего стандарта.

#### **6.5.2 Испытания на стойкость к воспламеняемости**

Испытания должны проводиться воздействием на изолятор пламени от смеси кислорода и ацетилена в пропорции 1:1 длиной  $150 \pm 10$  мм. Кислородно-ацетиленовая горелка должна быть отрегулирована на скорость потока горючей смеси  $100 \pm 10$  дм<sup>3</sup>/час. Верхняя часть голубого пламени должна соприкасаться с поверхностью защитной оболочки изолятора (на уровне половины высоты изолятора) под углом  $45^\circ$  к его оси в течение 15 с, затем пламя должно быть удалено от поверхности изолятора на 15 с. Цикл должен повторяться пять раз подряд на различных участках изолятора.

Испытания допускается проводить на частях изоляторов длиной не менее 300 мм. При этом пламя должно быть удалено на расстояние не менее 100 мм от обнаженной части стеклопластикового стержня.

Изоляторы считают выдержавшими испытания, если не произошло воспламенения защитного покрытия или если горение после удаления пламени продолжается не более 60 с.

### **6.5.3 Проверка качества опрессовки стеклопластикового стержня, качества поверхности и границ раздела изолятора**

6.5.3.1 Для выявления отсутствия трещин в части стеклопластикового стержня, расположенной внутри оконцевателей и в зонах, непосредственно примыкающих к оконцевателям, должны быть произведены несколько разрезов (через 1-2 см, начиная с торца оконцевателя) перпендикулярно оси изолятора. Из каждого изолятора должно быть вырезано не менее 10 образцов (по 4-5 образцов от каждого оконцевателя). После этого должно быть проведено визуальное обследование и исследование методом цветной дефектоскопии (Приложение Л к настоящему стандарту) на отсутствие трещин в стеклопластике.

6.5.3.2 Класс гидрофобности поверхности защитной оболочки изоляторов должен определяться при искусственном увлажнении изоляторов и использовании классификации, приведенной в обязательном Приложении М к настоящему стандарту. Допускается определять гидрофобность поверхности защитной оболочки по величине краевого угла оттекания  $\Theta$

(угла смачивания), определяемого любым известным методом. Среднее значение краевого угла  $\Theta$  должно определяться по результатам не менее 30 измерений в разных точках поверхности защитной оболочки.

Изоляторы считают выдержавшими испытания, если класс гидрофобности поверхности защитной оболочки не выше третьего.

6.5.3.3 Проверка качества поверхности защитной оболочки изоляторов должна производиться внешним осмотром при нормальном освещении без применения увеличительных стекол, микроскопов и т.д. Изоляторы считаются выдержавшими испытания, если поверхность их защитной оболочки удовлетворяет нормированным требованиям пункта.

6.5.3.4 Для измерения толщины цинкового покрытия должны применяться магнитные, электромагнитные или другие приборы, обеспечивающие измерение толщины покрытия с погрешностью не более 10% и сохранность оцинкованной арматуры изолятора. Наличие цинка и качество оцинкованной поверхности должно определяться внешним осмотром. Метод определения толщины цинкового покрытия по ГОСТ 6490. Число замеров на оцинкованной поверхности должно быть равно 10. Изоляторы считают выдержавшими испытания, если среднее арифметическое значение толщины цинкового покрытия не менее нормированного значения, указанного в ГОСТ 13276, а само покрытие удовлетворяет нормированным требованиям.

6.5.3.5 Качество соединения арматуры с изоляционной частью должно проверяться внешним осмотром и отвечать требованиям конструкторской документации.

6.5.3.6 Испытания на проникновение красящей жидкости должны производиться на образцах длиной  $10 \pm 0,5$  мм, полученных путем разреза изоляторов перпендикулярно оси стержня. Срезы должны быть чистыми и параллельными. Поверхности среза должны быть зашлифованы мелкозернистой абразивной шкуркой. Из каждого испытуемого изолятора должно быть вырезано не менее 10-ти образцов. Образцы должны

вертикально устанавливаться на слой стальных или стеклянных шариков (диаметром 1 - 2 мм), расположенных в стеклянной емкости. В емкость заливают 1%-ный спиртовой раствор фуксина (1 г фуксина на 100 г этанола), уровень которого должен быть на 2 - 3 мм выше верхнего края шариков. Вследствие капиллярности раствор будет подниматься вверх по образцу. Изоляторы считают выдержавшими испытания, если время подъема красителя до верхнего среза стеклопластика не менее 15 минут или не менее значения, указанного в нормативно-технической документации на изолятор конкретного типа, а по границе раздела «стеклопластик - защитная оболочка» не менее 30 минут.

6.5.3.7 Испытания на диффузию воды должны проводиться на образцах длиной  $30 \pm 0,5$  мм, подготовленных в соответствии с 6.5.3.6. Из каждого испытуемого изолятора должно быть вырезано не менее 6-ти образцов. Непосредственно перед испытанием поверхности образцов должны быть очищены изопропиловым спиртом и высушены фильтровальной бумагой. Образцы должны быть прокипячены в стеклянной емкости в течение  $100 \pm 0,5$  ч в деминерализованной воде с добавкой 0,1 % (по весу) NaCl. В одной емкости допускается кипятить образцы, нарезанные только из изолятора конкретного типа. Пример такой емкости показан на рисунке 6.1. После кипячения образцы необходимо поместить минимум на 15 мин в другую стеклянную емкость, заполненную водопроводной водой при температуре окружающей среды.

В течение 3-х часов после извлечения образцов из емкости с кипящей водой необходимо провести испытания под напряжением. Непосредственно перед испытанием образцы должны быть извлечены из стеклянной емкости и их поверхности должны быть просушены фильтровальной бумагой.

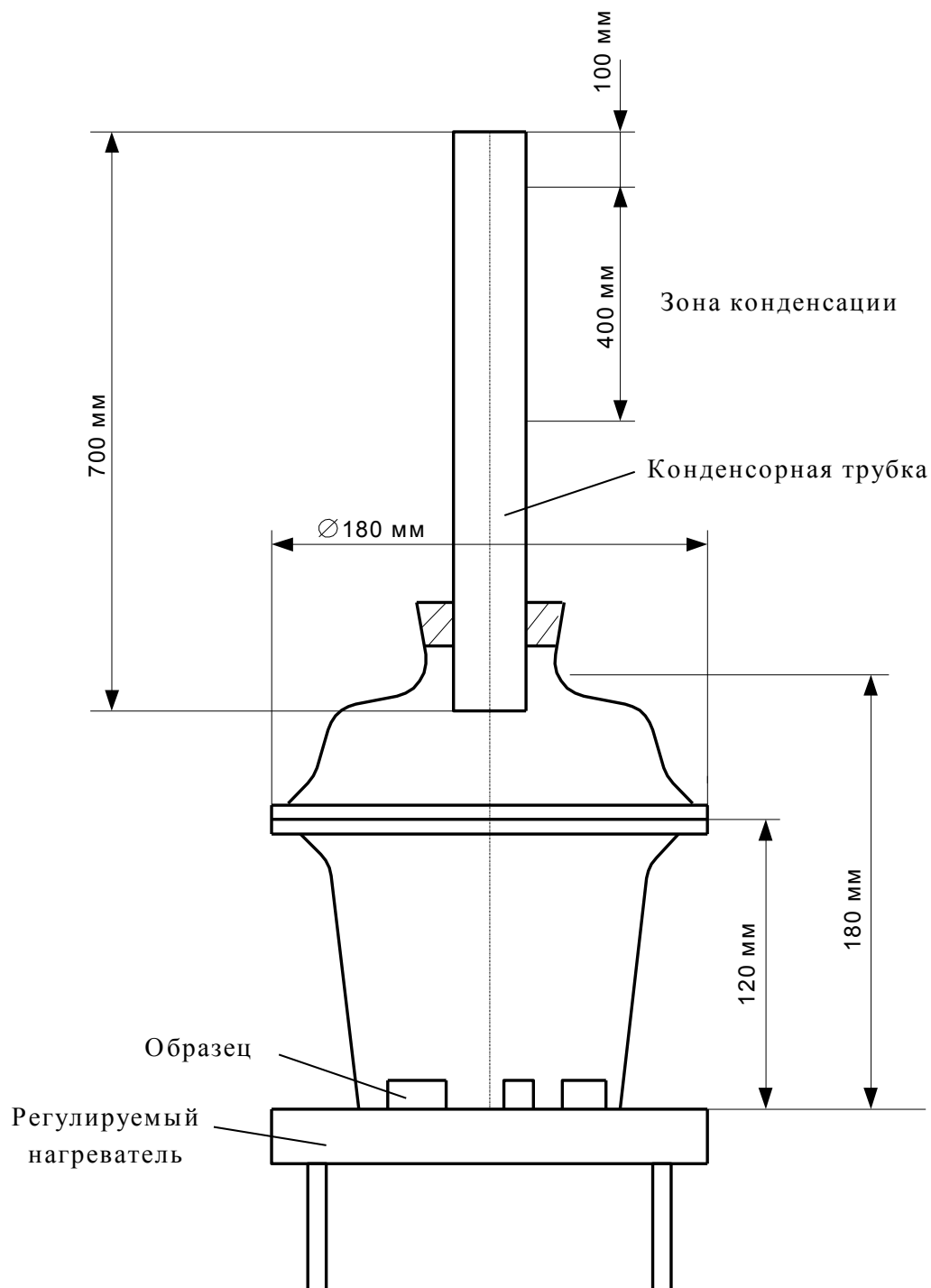


Рисунок 6.1 - Пример кипятивника для испытаний на диффузию воды

Испытания образцов должны проводиться между плоскими электродами по ГОСТ 6433.3. Испытательное напряжение должно увеличиваться до 12 кВ со скоростью примерно 1 кВ/с. При 12 кВ напряжение должно выдерживаться неизменным в течение 1 мин. Изоляторы считают выдержавшими испытания, если:

- при подъеме напряжения и его выдержке не наблюдалось пробоя или перекрытия образцов по поверхности,
- ток утечки не превышал 1 мА (действующее значение).

6.5.3.8 Определение адгезии защитной оболочки к изоляционному телу должно выполняться одним из трех методов (отрыва, сдвига или отслаивания).

Испытания по каждому из методов должны выполняться на пяти образцах, полученных разрезанием изолятора дисковой алмазной пилой перпендикулярно его оси. Толщина образцов (h) должна быть равна  $10 \pm 0,5$  мм. Образцы должны вырезаться из различных частей изолятора по его высоте. Для определения адгезии методом отрыва образцы должны быть вырезаны с захватом ребра, а методами отслаивания и сдвига без захвата ребра.

Для определения адгезии методом отрыва на каждом образце делаются вырезы по ребру до поверхности изоляционного тела с удалением участка ребра таким образом, чтобы на образце осталось от 4 до 8 лепестков с углом раскрытия примерно 30 градусов. Рекомендуемые размеры основания лепестка (h и L) указаны в рекомендуемом Приложении П к настоящему стандарту. На каждом образце последовательно должен проводиться отрыв всех лепестков. Отрыв лепестков может быть осуществлен при помощи любого разрывного устройства с погрешностью измерения силы тяжения не выше  $\pm 2$  Н. После отрыва каждого лепестка проводится определение фактической площади сечения отрыва (разрыва) с погрешностью измерения размеров сечения не выше  $\pm 0,5$  мм. Адгезия защитной оболочки к изоляционному телу определяется как значение силы отрыва лепестка, отнесенное к площади его отрыва ( $\text{Н/см}^2$ ). Полученные результаты силы отрыва должны быть усреднены. В случае существенного (в несколько раз) разброса значений силы отрыва лепестков одного образца минимальное и



максимальное значения силы отрыва при усреднении не учитываются. Полученные результаты усредняются по всем образцам.

Для определения адгезии методом сдвига образцы должны быть поочередно уложены на стальное кольцо с уступом (Приложение Н к настоящему стандарту) после чего проводится выдавливание изоляционного тела измеряемой силой до его сдвига относительно защитной оболочки. Погрешности измерения диаметра и толщины изоляционного тела должны быть не выше  $\pm 0,5$  мм.

Адгезия защитной оболочки к изоляционному телу определяется как значение силы сдвига, отнесенное к площади поверхности сопряжения защитной оболочки с изоляционным телом (площадь внутренней поверхности защитной оболочки  $S$  (Н/см<sup>2</sup>), где  $S=h \cdot \pi \cdot D$  ( $h$  - толщина образца,  $D$ -наружный диаметр изоляционного тела). Полученные результаты усредняются по всем образцам.

Для определения адгезии методом отслаивания на каждом образце должен быть сделан поперечный разрез защитной оболочки до поверхности изоляционного тела и вручную должно быть произведено отслаивание оболочки на длину, обеспечивающую возможность механического захвата и тяжения оболочки. При этом образец должен быть снабжен механически прочной центральной осью вращения (образец либо сверлится по центру, либо в него вставляется диск с осью вращения) и должен без усилий вращаться относительно оси. Образец должен закрепляться осью вращения к неподвижной части разрывной машины (устройства), а отслоенная часть оболочки должна крепиться к подвижной части машины таким образом, чтобы при ее натяжении угол между отслаиваемой частью оболочки и изоляционным телом составлял  $90 \pm 5^\circ$ . После окончания испытаний на каждом образце должна определяться фактическая ширина полосы отслаиваемой оболочки с погрешностью не выше  $\pm 0,5$  мм. Погрешность измерения силы тяжения должна быть не выше  $\pm 2$  Н. Адгезия защитной

оболочки к изоляционному телу определяется как среднее значение силы отслаивания, отнесенное к фактической ширине отрываемой полосы оболочки (Н/см). Полученные результаты усредняются по всем образцам.

Изоляторы считают выдержавшими испытания, если средние значения силы, полученные при испытаниях, удовлетворяют нормированным требованиям, указанным в ТУ конкретных типов изоляторов.

6.5.3.9 Методика испытаний материала стеклопластикового стержня на электрическую прочность при переменном напряжении должна соответствовать ГОСТ 6433.3. Материал стержня считается выдержавшим испытания, если электрическая прочность испытанных образцов не менее нормированной величины.

## **6.6 Проверка показателей надежности**

Методика испытания должна соответствовать 5.2.6 настоящего стандарта.

## **6.7 Виды и последовательность испытаний**

Перечисленные в разделе 4 настоящего стандарта испытания полимерных изоляторов используются при проведении периодических и квалификационных (приемочных) испытаний. Отбор изоляторов в выборку производится из партии не менее 100 шт. по ГОСТ 18321. Необходимая последовательность квалификационных (приемочных) испытаний и рекомендуемое число испытываемых изоляторов приведена в обязательном Приложении П к настоящему стандарту.

## **6.8 Дополнительная информация**

Виды и методы испытаний линейных стержневых полимерных изоляторов, принятые в настоящем стандарте, сведены в справочном Приложении Р к настоящему стандарту.

### Виды и методы испытаний тарельчатых изоляторов<sup>1</sup>

Наименование показателя	№№ пункта стандарта	При каких видах испытаний применяется
<b>Электрические испытания</b>		
1. Выдерживаемое переменное напряжение под дождем	4.2.2	квалификационные (приемочные)
2. Выдерживаемое импульсное напряжение с формой волны 1,2/50 мкс	4.2.3	квалификационные (приемочные)
3. Нормированное напряжение при допустимом уровне радиопомех	4.2.4	квалификационные (приемочные)
4. Непробиваемость импульсным напряжением с крутым фронтом	4.2.5	периодические квалификационные (приемочные)
5. Воздействие потока непрерывного искр	4.2.6	квалификационные
6. Пробивное переменное напряжение	4.2.6	периодические квалификационные (приемочные)
<b>Механические испытания</b>		
7. Механическая (электромеханическая) разрушающая сила	4.3.2	периодические квалификационные (приемочные)
8. Механическая разрушающая сила остатка стеклянного изолятора	4.3.3	периодические квалификационные (приемочные)
<b>Климатические испытания</b>		
9. Термомеханическая прочность	4.4.1	периодические квалификационные (приемочные)
10. Термостойкость	4.4.2	периодические квалификационные (приемочные)

<sup>1</sup> Кроме типов ПФ6-А и ПФ6-Б, запрещённых к применению в ОАО «ФСК ЕЭС» в соответствии с п. 2.3.7 Положения о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС»

Наименование показателя	№№ пункта стандарта	При каких видах испытаний применяется
11. Термический удар (стеклянные изоляторы)	4.4.3	периодические квалификационные (приемочные)
12. Влагоустойчивость, ускоренный режим (по требованию заказчика — длительный режим)	4.4.4	периодические квалификационные (приемочные)
13. Воздействие солнечного излучения	4.4.5	периодические квалификационные (приемочные)
14. Воздействие соляного тумана	4.4.6	периодические квалификационные (приемочные)
15. Теплоустойчивость	4.4.7	периодические квалификационные (приемочные)
<b>Проверка параметров и качества изоляторов</b>		
16. Качество поверхности	4.5.1	периодические квалификационные (приемочные)
17. Пористость	4.5.2	периодические квалификационные (приемочные)
18. Качество и толщина цинкового покрытия	4.5.3	квалификационные (приемочные)
19. Масса	4.5.4.4	периодические квалификационные (приемочные)
20. Размеры, предельные отклонения от них, длина пути утечки	4.5.4.1, 4.5.4.2	периодические квалификационные (приемочные)
21. Сферическое шарнирное соединение	4.5.4.3	периодические квалификационные (приемочные)

### **Основные технические характеристики линейных подвесных стержневых фарфоровых изоляторов**

Изоляторы линейные стержневые фарфоровые характеризуются следующими характеристиками:

- стандартное выдерживаемое напряжение грозового импульса (стандарт МЭК 60071-1);
- выдерживаемое переменное напряжение под дождём (стандарт МЭК 60071-1);
- растягивающая механическая разрушающая нагрузка;
- максимальная номинальная строительная длина  $H$  изолятора;
- максимальный номинальный диаметр  $D$  изоляционной части;
- минимально необходимая длина пути утечки  $L$ ;
- стандартное соединение (сферическое или проушина).

Соответствующие значения этих характеристик даны в табл. Б.1 для минимальной длины пути утечки 1,6 см/кВ.

Выдерживаемое напряжение грозового импульса в сухом состоянии и выдерживаемое переменное напряжение под дождём даны в таблице Б.1 для одиночных изоляторов. Значения выдерживаемых напряжений гирлянд стержневых подвесных фарфоровых изоляторов не нормированы.

В таблице Б.1 диаметр тела не указан, т.к. он зависит от механических характеристик изолирующего материала. Информация относительно определения и классификации керамических изолирующих материалов содержится в стандартах МЭК 60672-1 и МЭК 60672-3.

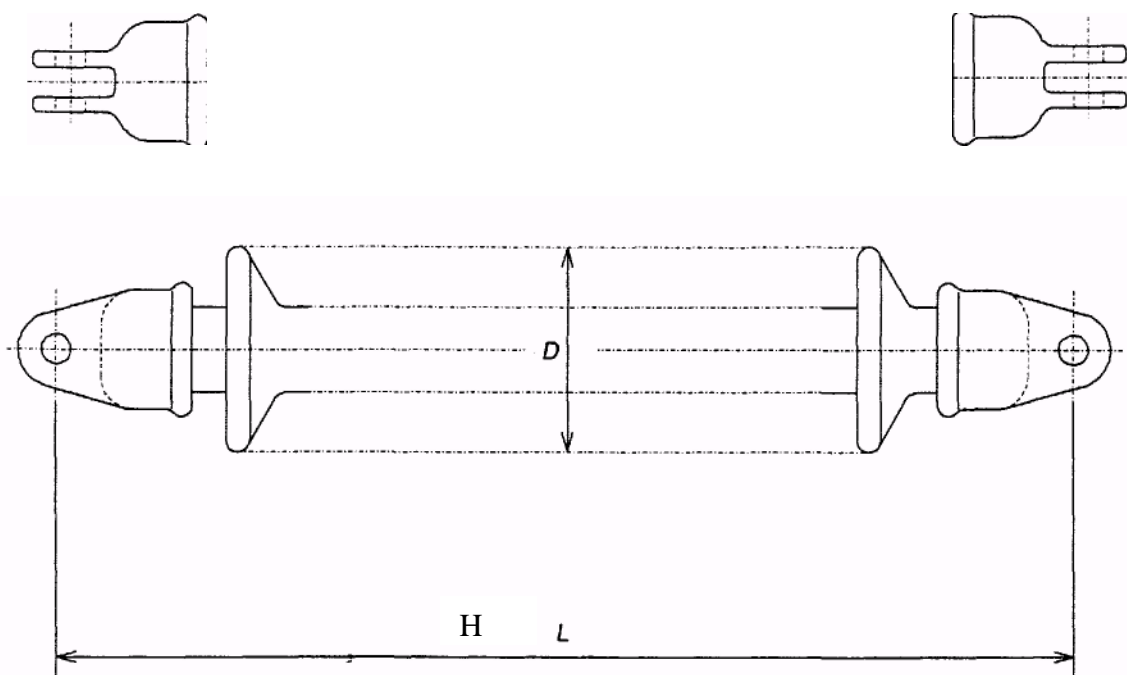
Стержневые подвесные фарфоровые изоляторы обозначены в таблице Б.1 буквой  $L$ , затем указывается механическая разрушающая нагрузка в килоньютонах. Далее следуют буквы  $B$  или  $C$ , указывающие вид соединения

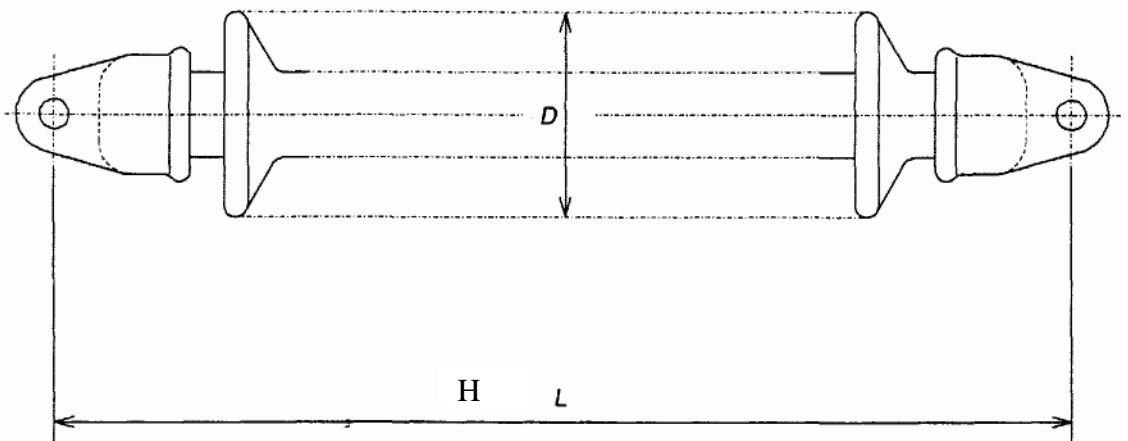
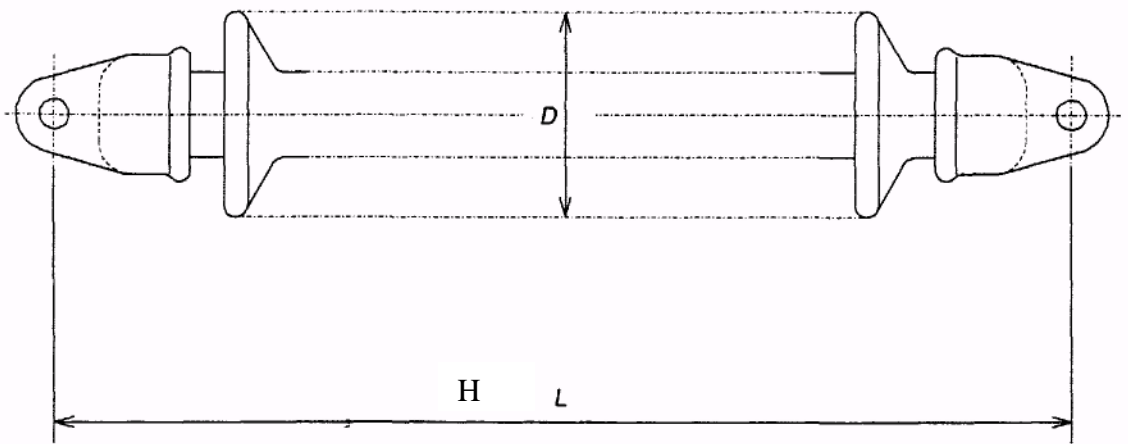
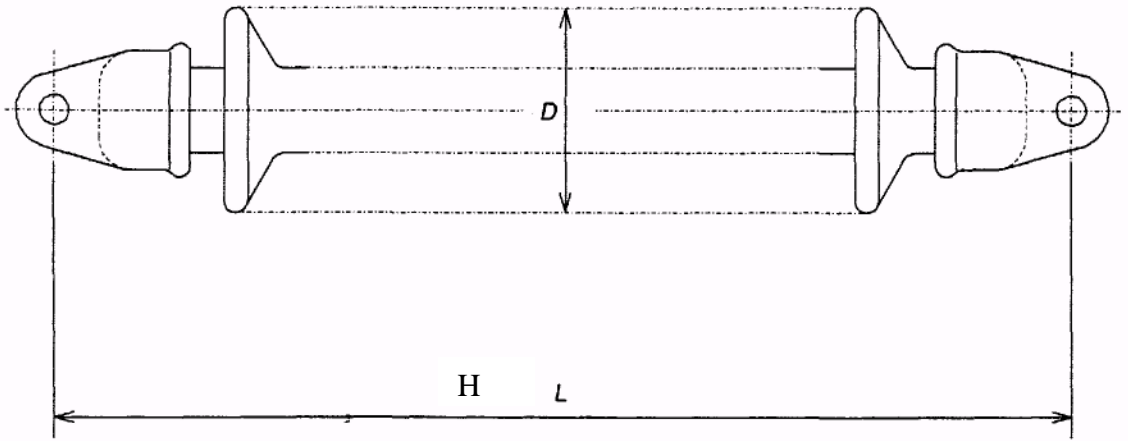
- сферическое или проушина, а после этого выдерживаемое напряжение грозового импульса в кВ.

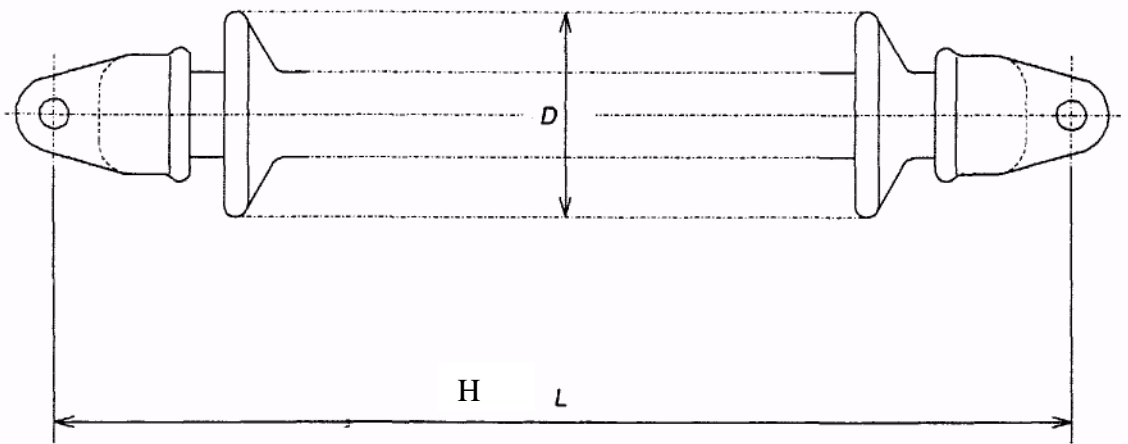
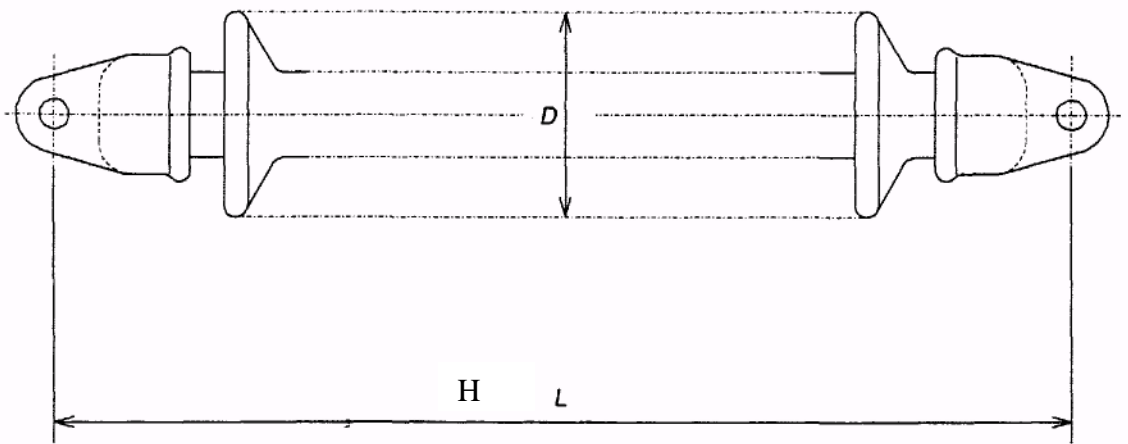
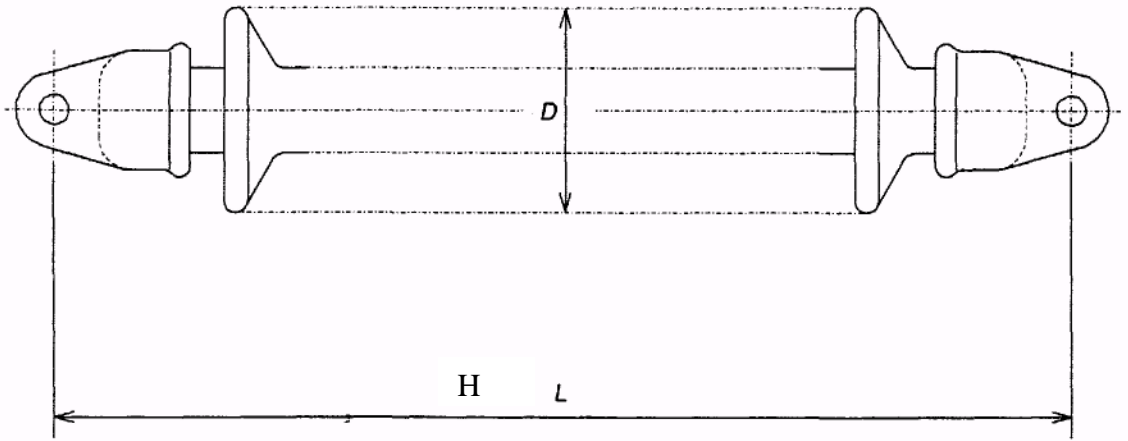
Например, L 160 B550 означает: L - стержневой подвесной фарфоровый изолятор; 160 - механическая разрушающая нагрузка при растяжении 160 кН; B – сферическое соединение; 550 – выдерживаемое напряжение грозового импульса в сухом состоянии в кВ.

Изоляторы должны быть маркированы или на верхнем ребре или на металлической части с указанием названия или торговой марки изготовителя и года выпуска. Кроме того, каждый изолятор должен быть маркирован с указанием механической разрушающей нагрузки с использованием первой части обозначения; например, изолятор должен быть маркирован L 160 для обозначения механической разрушающей силы 160 кН. Эти маркировки должны быть четкими и несмываемыми.

На рисунке Б.1 изображен стержневой подвесной фарфоровый изолятор с соединением типа проушина, а на рисунке Б.2 – стержневой подвесной фарфоровый изолятор со сферическим соединением.









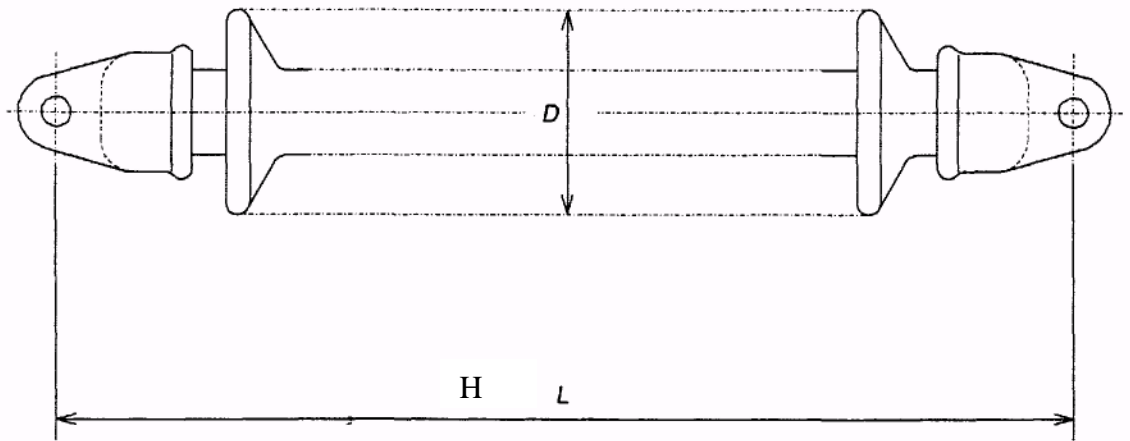
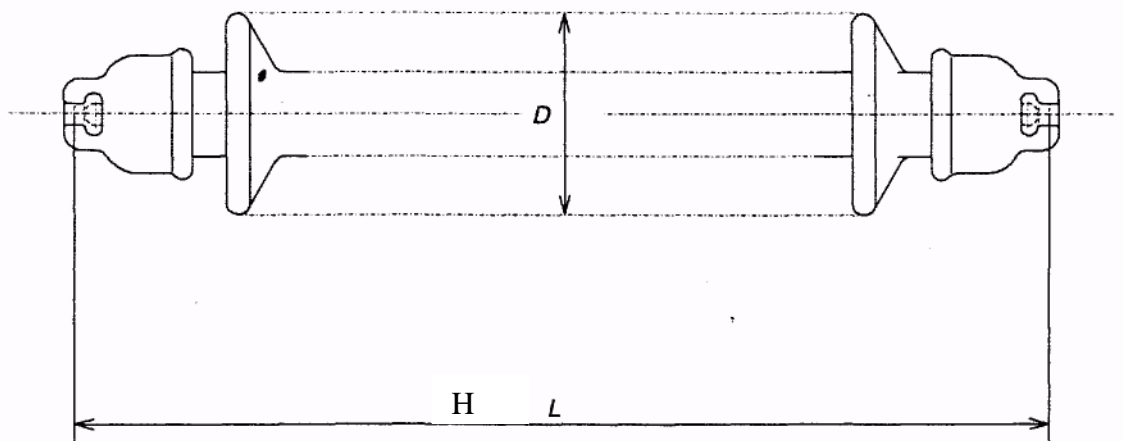
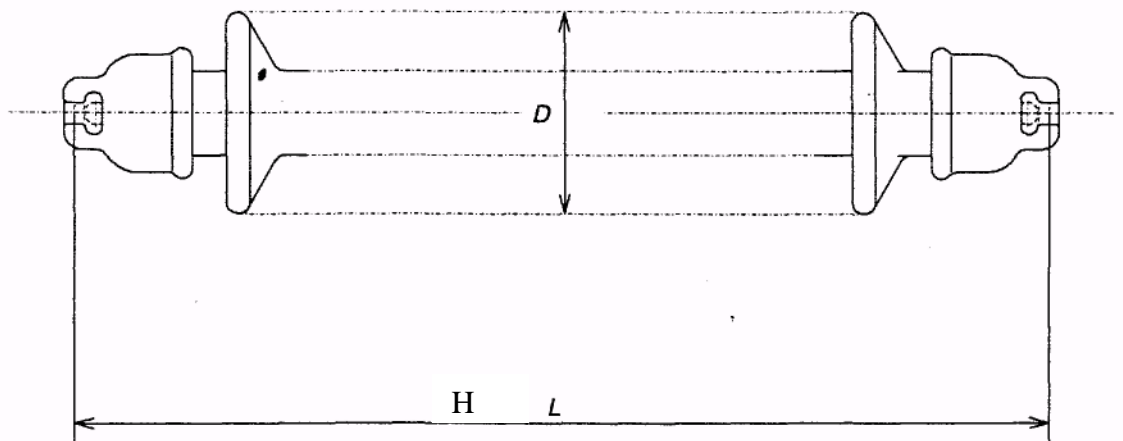
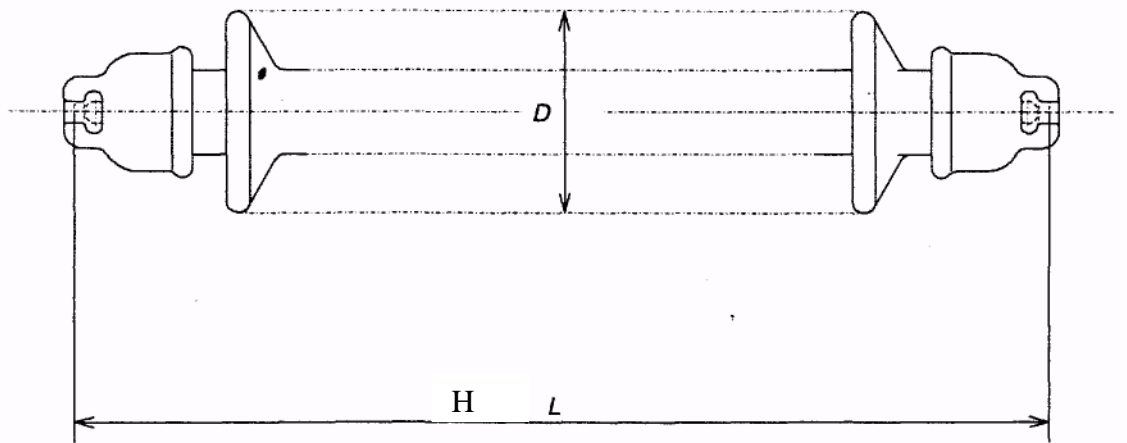
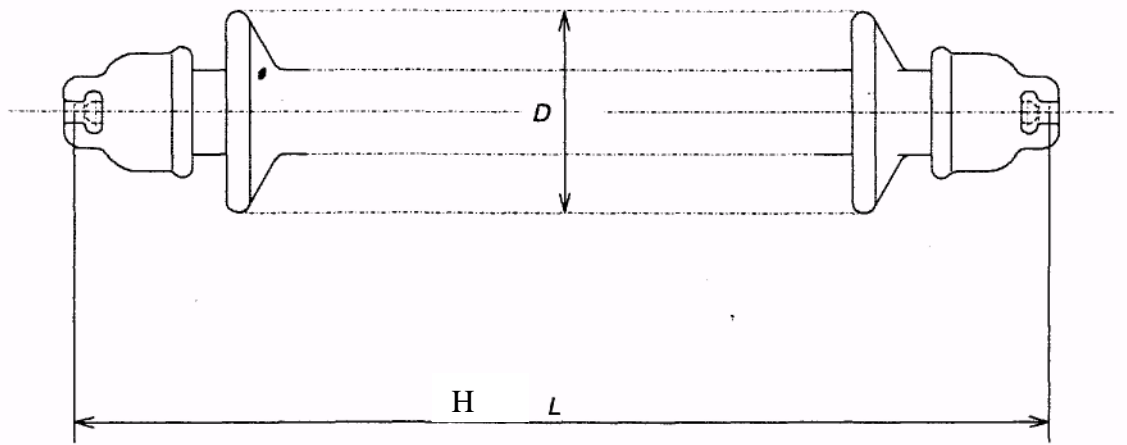
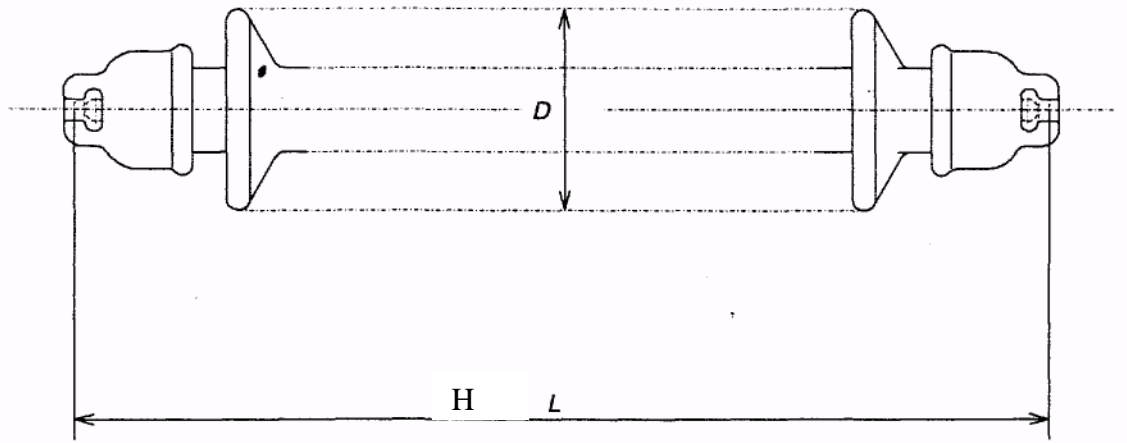


Рисунок Б.1 - Стержневой подвесной фарфоровый изолятор с соединением типа проушина (тип С)





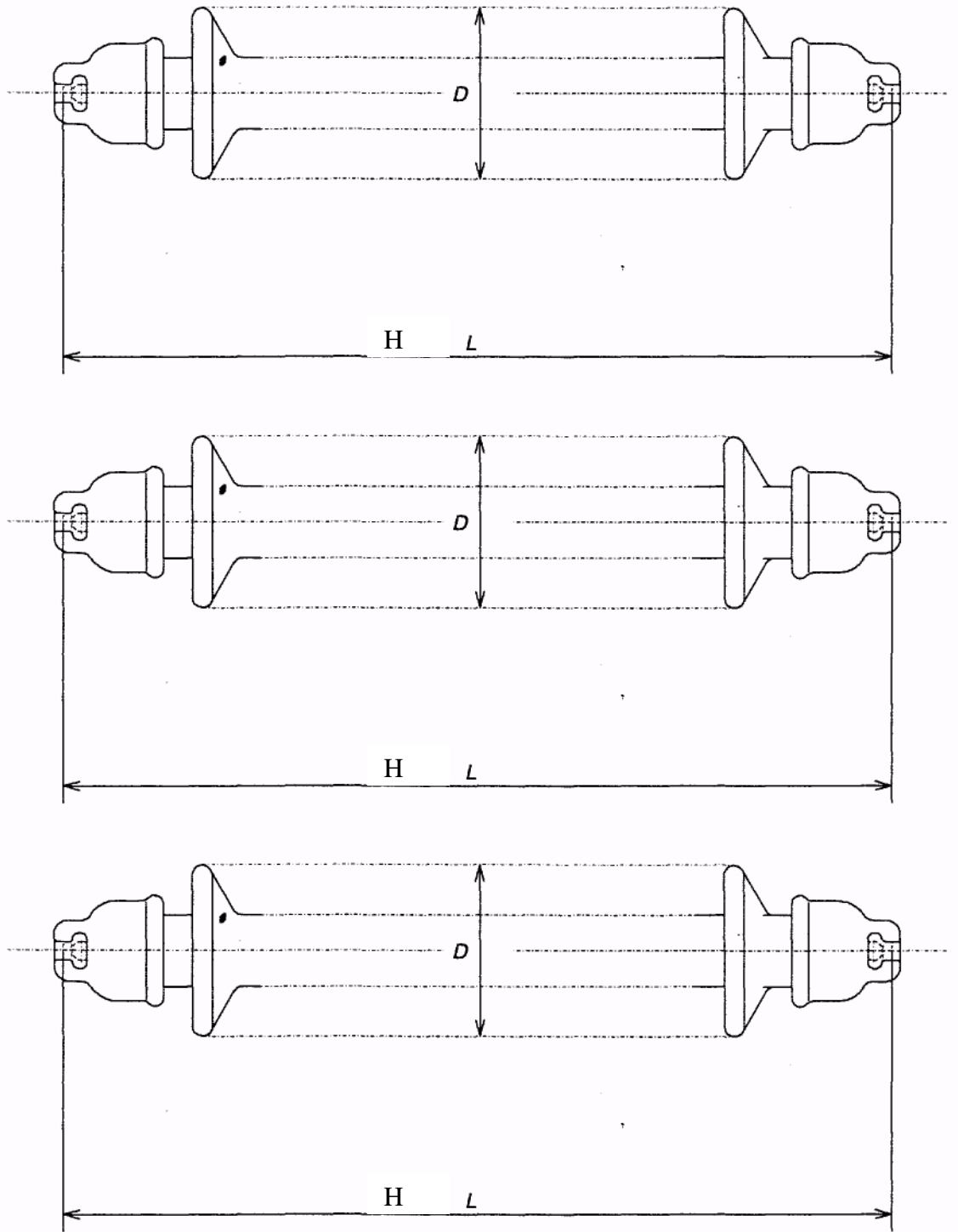


Рисунок Б.2 - Стержневой подвесной фарфоровый изолятор с сферическим соединением (тип В)

Таблица Б.1

## Нормированные характеристики длинностержневых фарфоровых подвесных изоляторов

Обозначение	Выдерживаемое напряжение стандартного грозового импульса, кВ	Выдерживаемое переменное напряжение под дождем, кВ	Нормированная механическая разрушающая нагрузка, кН	Максимальный номинальный диаметр D изоляционной части, мм	Минимальная номинальная длина пути утечки для удельной длины пути утечки 1,6 см/кВ,	Соединение В		Соединение С	
						Максимальная номинальная длина изолятора Н,	Размер стандартного соединения (диаметр пестика - см. МЭК-60120)	Максимальная номинальная длина изолятора Н, мм	Величина стандартного зацепления (диаметр соединяемого стержня, см. МЭК 60471)
L 40 В/С 170	170	70	40	160	576	380	11	400	13L
L 60 В/С 170	170	70	60	160	576	400	11	420	13L
L 100 В/С 170	170	70	100	180	576	450	16	475	19L
L 100 В/С 250	250	95	100	180	832	580	16	605	19L
L 100 В/С 325	325	140	100	180	1 160	870	16	900	19L
L 100 В/С 450	450	185	100	180	1 968	1 085	16	1 120	19L
L 100 В/С 550	550	230	100	180	1 968	1 240	16	1 270	19L
L 120 В/С 325	325	140	120	200	1 160	870	16	905	19L
L 120 В/С 450	450	185	120	200	1 968	1 085	16	1 120	19L
L 120 В/С 550	550	230	120	200	1 968	1 240	16	1 275	19L
L 120 В/С 650	650	275	120	200	2 320	1 430	16	1 465	19L
L 160 В/С 325	325	140	160	210	1 160	885	20	920	19L
L 160 В/С 450	450	185	160	210	1 968	1 100	20	1 135	19L
L 160 В/С 550	550	230	160	210	1 968	1 255	20	1 290	19L
L 160 В/С 650	650	275	160	210	2 320	1 445	20	1 465	19L
L 210 В/С 325	325	140	210	220	1 160	905	20	940	22L
L 210 В/С 450	450	185	210	220	1 968	1 120	20	1 155	22L
L 210 В/С 550	550	230	210	220	1 968	1 275	20	1 310	22L
L 210 В/С 650	650	275	210	220	2 320	1 465	20	1 500	22L
L 250 В/С 550	550	230	250	230	1 968	1 305	24	1 335	22L
L 250 В/С 650	650	275	250	230	2 320	1 500	24	1 530	22L
L 300 В/С 550	550	230	300	240	1 968	1 330	24	1 365	25L
L 300 В/С 650	650	275	300	240	2 320	1 520	24	1 560	25L
L 330 В/С 550	550	230	330	250	1 968	1 360	28	1 400	28L
L 330 В/С 650	650	275	330	250	2 320	1 550	28	1 595	28L
L 360 В/С 550	550	230	360	250	1 968	1 360	28	1 410	28L
L 360 В/С 650	650	275	360	250	2 320	1 550	28	1 600	28L
L 400 В/С 550	550	230	400	260	1 968	1 400	28	1 460	28L
L 400 В/С 650	650	275	400	260	2 320	1 600	28	1 660	28L
L 530 В/С 550	550	230	530	270	1 968	1 450	32	1 520	32L
L 530 В/С 650	650	275	530	270	2 320	1 650	32	1 720	32L

## Основные технические требования к линейным стержневым фарфоровым изоляторам

В.1 Нормированные значения испытательных напряжений линейных стержневых фарфоровых изоляторов в сухом состоянии и под дождем

Таблица В.1- Нормированные значения испытательных напряжений линейных стержневых фарфоровых изоляторов в сухом состоянии и под дождем

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	Испытательное напряжение			
	полного грозового импульса, кВ	коммутационного импульса в сухом состоянии и под дождем, кВ	переменное одноминутное в сухом состоянии, кВ	переменное одноминутное под дождем, кВ
110	530	-	200	200
150	680	-	275	275
220	960	-	395	395
330	1300	950	510	-
500	1580	1230	680	-
750	2100	1550	950	-

В.2 Изоляторы в загрязненном и увлажненном состоянии должны иметь 50%-ное разрядное переменное напряжение не ниже значений, указанных в таблице В.2. При этом удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения при испытаниях изоляторов, предназначенных для работы в районах с различной степенью загрязнения (СЗ) по ГОСТ 9920, должна быть не ниже значений, приведенных в таблице В.3.

Таблица В.2 - Нормированное 50%-ное разрядное переменное напряжение изоляторов

Номинальное напряжение электроустановки, кВ	50%-ное разрядное переменное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии, кВ
110	110
150	150
220	220
330	315
500	460
750	680

Таблица В.3 - Удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения изоляторов при испытании переменным напряжением

Степень загрязнения в районе эксплуатации изоляторов	Удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения, мкСм, не менее
1	5
2	10
3	20
4	30

В.3 На изоляторах классов напряжения 110-750 кВ при 1,1 наибольшего рабочего фазного напряжения электроустановки видимая корона должна отсутствовать (в темноте). Для этих изоляторов при 1,1 наибольшего рабочего фазного напряжения электроустановки уровень радиопомех не должен превышать 54 дБ (500 мкВ).

В.4 Размеры изоляторов должны соответствовать указанным в технических условиях и/или в конструкторской документации на конкретные типы изоляторов.

Предельные отклонения от размеров, не требующих специальных допусков, и от номинальной длины пути утечки должны быть:

$$\pm (0,04 L \pm 1,5) \text{ мм} - \text{при } L < 300 \text{ мм}; \quad (\text{B.1})$$

$$\pm (0,025 L \pm 6) \text{ мм} - \text{при } L > 300 \text{ мм}; \quad (\text{B.2})$$

где  $L$  - размеры или номинальная длина пути утечки в мм.

### **Подробности метода искусственного загрязнения и увлажнения линейных подвесных стержневых полимерных изоляторов**

Г.1 В качестве загрязняющего вещества должен применяться следующий состав:

- 250 г керамической массы (нейтральное вещество);
- 1000 г проточной воды;
- необходимое для обеспечения заданного значения поверхностной проводимости количество поваренной соли (NaCl) промышленной чистоты.

При этом должна применяться только керамическая масса, используемая при изготовлении фарфоровых изоляторов (материал керамический электротехнический, подгруппа 110-120, ГОСТ 20419).

Для приготовления водной суспензии загрязняющего вещества должна применяться вода с удельной электрической проводимостью не более  $500 \text{ мкСм}\cdot\text{см}^{-1}$  при  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Если проводимость проточной воды выше  $500 \text{ мкСм}\cdot\text{см}^{-1}$ , рекомендуется использовать деминерализованную воду.

Для получения требуемой степени загрязнения изолятора предварительно следует определить значение электрической проводимости приготовленной суспензии и затем загрязнить изолятор или его часть. Необходимое значение электрической проводимости достигается регулированием количества соли в суспензии.

Г.2 Изоляторы, предназначенные для испытаний, до нанесения слоя загрязнения должны быть тщательно очищены от грязи и жира. После очистки изоляторы должны быть обмыты струей водопроводной воды и высушены.

Если после нанесения слоя загрязнения на изоляторе наблюдается пятнистость, поверхность изолятора необходимо снова обмыть и очистить. Затем необходимо произвести одно или несколько повторных загрязнений, каждое из



которых должно быть вновь смыто. Если после такой процедуры на поверхности изолятора будет получен сплошной (равномерный) слой, можно приступить к испытаниям. Как правило, достаточно повторить загрязнение и смыв 2 - 3 раза, чтобы получить поверхность изолятора, готовую к практически равномерному загрязнению.

В случае если после указанных процедур не удастся достигнуть равномерного слоя загрязнения, на чистую сухую поверхность изолятора следует нанести порошок, приготовленный из керамической массы. Нанесение должно производиться путем протирки изолятора мягкой тканью, на которой находится некоторое количество порошка. Затем производится загрязнение изолятора для испытаний по пункту Г.3.

Г.3 Изоляторы должны быть покрыты слоем искусственного загрязнения способом разбрызгивания (распыления) водной суспензии загрязняющего вещества на поверхность изолятора, предварительно подготовленную в соответствии с пунктом Г.2.

Направление сопла распылителя должно быть отрегулировано так, чтобы обеспечить достаточно равномерный слой на всей поверхности изолятора. Необходимая плотность загрязнения на изоляторе может быть получена повторяющимися нанесениями.

Средняя поверхностная плотность загрязнения, выражаемая в миллиграммах сухого вещества на квадратный сантиметр поверхности, для изоляторов, одновременно проходящих испытание, должна составлять  $3 \pm 0,6$  мг/см<sup>2</sup>.

Равномерность слоя загрязнения в пределах каждого изолятора должна быть такова, чтобы поверхностная плотность слоя загрязнения в любом месте поверхности не отличалась бы от среднего значения более чем на  $\pm 25\%$ .

Поверхностную плотность загрязнения ( $\gamma$ ) определяют путем деления массы загрязняющего вещества (мг), счищенного с определенной части поверхности испытуемого изолятора, на площадь очищенной поверхности (см<sup>2</sup>).

Г.4 Степень загрязнения испытуемого изолятора определяется удельной поверхностной проводимостью  $\alpha$ , измеренной на испытуемом или контрольном изоляторе, находящемся в одинаковых условиях с испытуемым.

При использовании не менее 5 контрольных изоляторов общее число измерений  $\alpha$  должно быть не менее 10, т.е. на каждом контрольном изоляторе допускается проводить не более двух отдельных измерений.

Изоляторы считают имеющими одинаковую степень загрязнения, если их удельная поверхностная проводимость составляет  $(0,85 \div 1,15) \cdot \alpha$ , где  $\alpha$  - нормированное значение для испытаний.

Удельная поверхностная проводимость должна определяться путем умножения значения поверхностной проводимости слоя загрязнения на коэффициент формы изолятора или изоляционной конструкции. Коэффициент формы одиночного изолятора должен определяться по ГОСТ 10390.

Определение проводимости слоя загрязнения должно проводиться на изоляторе во время непрерывного увлажнения до состояния насыщения и повторяться с целью определения максимального измеренного значения. Каждое измерение проводимости слоя загрязнения должно проводиться путем приложения к изолятору напряжения, составляющего около 5 кВ (эффективное значение) на метр длины пути утечки, и измерением тока, протекающего через увлажненный слой. При этом напряжение должно прикладываться толчком, а ток утечки должен измеряться в течение начальных полупериодов, когда не наблюдается изменения его величины и формы (амплитуды и синусоидальности).

Удельная поверхностная проводимость слоя загрязнения должна быть приведена к температуре 20 °С по ГОСТ 10390.

Г.5 Испытуемый изолятор должен быть увлажнен при помощи генератора тумана (пара), который обеспечивает равномерное распределение тумана по всей поверхности изолятора.

Испытания должны проводиться в заполняемой туманом (паром) испытательной камере или на открытой испытательной площадке при увлажнении восходящим потоком пара. В последнем случае для ограничения

объема воздуха вокруг испытуемого изолятора и поддержания стабильности увлажнения, может быть использован тент из полиэтиленовой пленки.

При проведении испытаний начальная температура изолятора должна не отличаться от температуры окружающей среды более чем на  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Температура окружающего воздуха при испытаниях должна быть в пределах от 5 до  $30^{\circ}\text{C}$ .

При установке испытуемого изолятора на открытой площадке, туман должен вырабатываться в виде пара путем нагревания воды в парогенераторе и подаваться к изолятору с малой скоростью через сопла большого диаметра. Сопла должны находиться под испытуемым изолятором на уровне пола, на расстоянии не менее чем 1,5 м от испытуемого объекта. Подача пара не должна быть направлена на изолятор, т.е. сопла должны быть установлены на некотором расстоянии от оси изолятора и равномерно располагаться вокруг него. Испытуемый изолятор должен увлажняться так, чтобы видимый туман окружал его возможно более равномерно.

Стабильность увлажнения от опыта к опыту при проведении испытаний должна контролироваться характером изменения поверхностной проводимости во времени. В период отработки методики испытания должна быть получена эталонная кривая изменения проводимости слоя загрязнения во времени при непрерывном увлажнении испытуемого изолятора с заданной степенью загрязнения. При проведении испытаний необходимо контролировать изменение проводимости слоя загрязнения во времени и сравнивать с эталонной кривой. Для обеспечения совпадения измеренной кривой с эталонной необходимо регулировать расход подачи пара или направление струй пара вокруг испытуемого изолятора.

Генерирование тумана вокруг испытуемого изолятора должно производиться до конца каждого отдельного испытания с постоянным устойчивым расходом, о чем можно судить по контролю давления пара.

Г.6 Изолятор с сухим слоем загрязнения, подготовленный к испытанию в соответствии с пунктами Г.2 и Г.3, должен помещаться в испытательную камеру

или на испытательную площадку не ранее чем через 24 часа и не позднее 36 часов после загрязнения.

Один и тот же изолятор, загрязненный методом предварительного загрязнения, должен испытываться (увлажняться) один раз, за исключением увлажнения при измерении удельной поверхностной проводимости. Для следующего приложения напряжения (увлажнения) должен использоваться другой изолятор, с той же степенью загрязнения. Допускается проводить повторное испытание на одном изоляторе без смены слоя загрязнения, если после предыдущего воздействия напряжения (увлажнения) визуально не отмечено разрушения слоя загрязнения и удельная поверхностная проводимость, измеренная перед очередным приложением напряжения, отличается не более чем на 10 % от значения, измеренного перед первым приложением напряжения.

Расход подачи пара должен быть достаточно высоким и устойчивым, чтобы проводимость слоя загрязнения достигла своего максимального значения через 8 - 15 минут с начала генерирования пара. Максимальное значение проводимости слоя загрязнения, измеренное при испытании, должно соответствовать заданному значению удельной поверхностной проводимости.

**Пример цикла подготовительных испытаний изоляторов перед  
испытаниями на трекингоэрозионную стойкость**

Воздействие ультрафиолетового излучения (рекомендуемое воздействие)				
Нагрев в сухом состоянии в термостате до температуры 80°C, выдержка в течение 7 ч и остывание до обычной температуры				
Нагрев в воде до температуры 80°C, выдержка в течение 7 ч и остывание до обычной температуры				
Пар в сочетании с наибольшим рабочим напряжением 50 Гц				
	8 часов	8 часов	8 часов	8 часов

нет  
воздействия

есть  
воздействие

Рисунок Д - Пример цикла подготовительных испытаний на трекингоэрозионную стойкость

**Определение механической прочности полимерных стержневых изоляторов при большой длительности воздействия статической механической растягивающей силы**

По требованию заказчика следует определить механическую прочность изоляторов при длительном приложении статической растягивающей силы.

Для испытаний должна быть отобрана партия изоляторов, изготовленных в одних и тех же условиях объемом не менее 20 шт. Допускается производить испытания на макетах. К испытываемым изоляторам должна быть длительно приложена растягивающая сила, равная нормированной механической разрушающей силе для изоляторов данного типа ( $P_{\text{норм}}$ ). В процессе испытания следует фиксировать начальные признаки разрушения (треск, снижение показаний приборов и др.), характер разрушения, время приложения силы до появления начальных признаков разрушения и до полного разрушения изоляторов.

Наиболее характерными видами разрушения при длительном (250 ч и более) приложении силы являются:

- сползание оконцевателя со стеклопластикового стержня;
- разрыв стеклопластикового стержня;
- разрушение оконцевателя;
- образование трещин на защитной оболочке в зоне оконцевателя.

После разрушения первого из испытываемых изоляторов в испытательную машину должен быть установлен второй изолятор и к нему должна быть приложена статическая растягивающая сила, равная  $0,9 P_{\text{норм}}$ , которая поддерживается неизменной до разрушения и этого изолятора. Процедура со снижением нагрузки через  $0,1 P_{\text{норм}}$  последовательно должна быть продолжена с другими изоляторами из отобранной партии до получения результатов при воздействии растягивающей силы, равной  $0,6 P_{\text{норм}}$ .

В процессе испытаний рекомендуется производить ежедневные осмотры состояния изоляторов и ежедневно обеспечивать поддержание заданной механической силы с записью результатов осмотров и регулировок в специальном журнале. Испытательное оборудование должно выбираться таким, чтобы при длительном воздействии силы  $P_{\text{норм}}$  не происходило разрушения или ослабления крепления изоляторов к испытательной машине.

Результаты испытаний целесообразно представить в виде зависимости величины приложенной силы от десятичного логарифма времени ее приложения в минутах (рисунок Е). Это позволяет выявить и прогнозировать скорость снижения механической прочности во времени, характерную для изоляторов рассматриваемого типа.

Рекомендуется провести не менее 3-х воздействий заданного уровня растягивающей силы на испытываемые изоляторы. Это может позволить получить зависимости «механическая прочность – время» отдельно для случаев разрыва стеклопластика, сползания и разрушения оконцевателей.

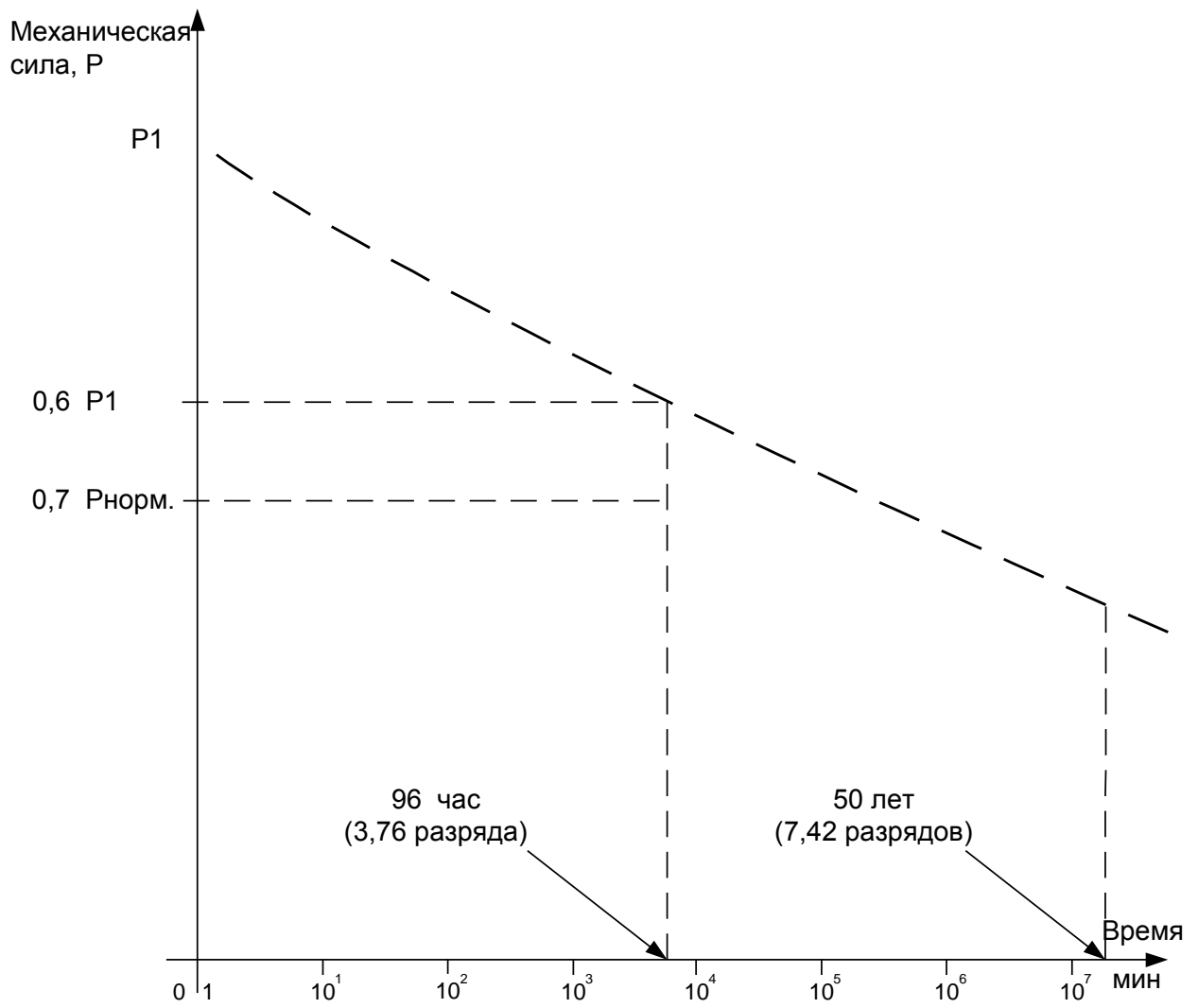


Рисунок Е - Зависимость величины приложенной разрушающей силы от логарифма времени ее приложения



### Устройства для резкого сброса нагрузки с подвесных стержневых полимерных изоляторов

Устройство 1 (рис. Ж1) состоит из крюка А, расцепляющего рычага В и опорной плиты С. Крюк А может поворачиваться на своей оси, прикрепленной к опорной плите. Растягивающее усилие прилагается к изолятору посредством болта D. Когда изолятор находится под нагрузкой, расцепляющий рычаг находится в положении, показанном сплошной линией. Благодаря длине расцепляющего рычага В достаточно небольшого усилия для того, чтобы переместить его в положение, показанное пунктирной линией, вращая на оси и подавая ось в направлении X. Расцепление рычага поворачивает крюк на оси и расцепляет болт D.

Устройство 2 (рис. Ж2) состоит из разрывного элемента Е, ввернутого в два металлических крепления F и G, связывающих изолятор с разрывной машиной. Элемент Е выполнен в форме гантели, диаметр шейки которой прокалиброван в зависимости от используемой стали и от ожидаемой разрывной силы.

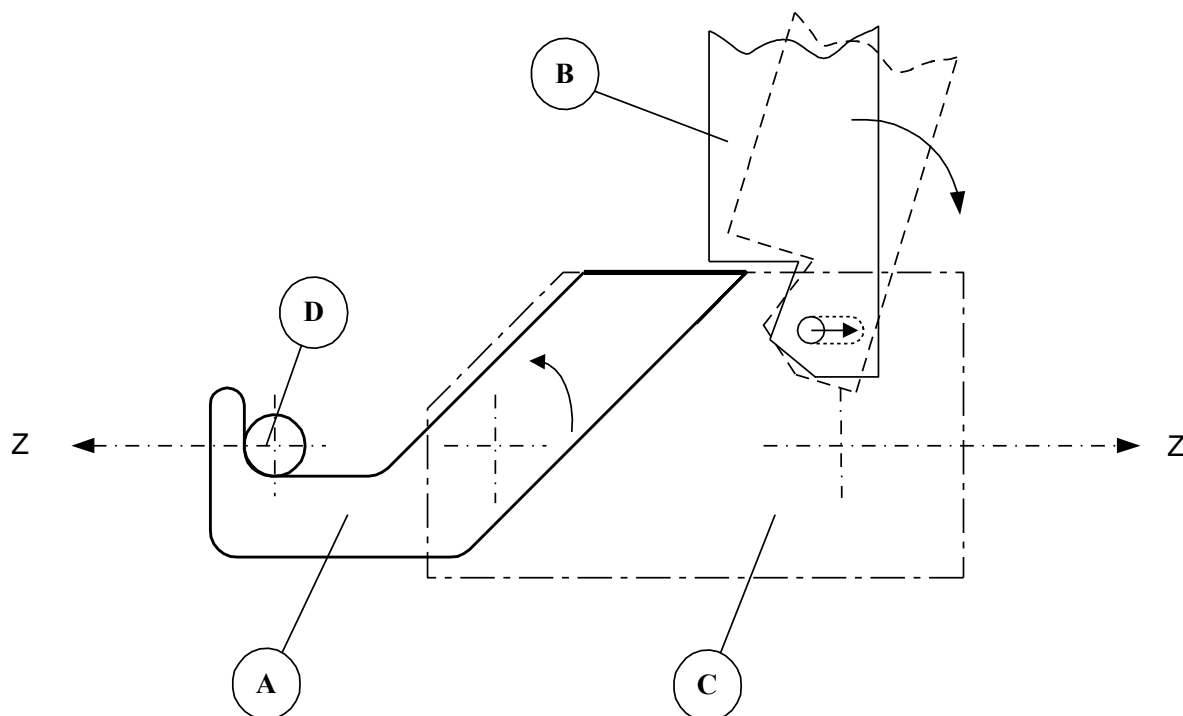


Рисунок Ж1 – второй вариант устройства для резкого сброса нагрузки

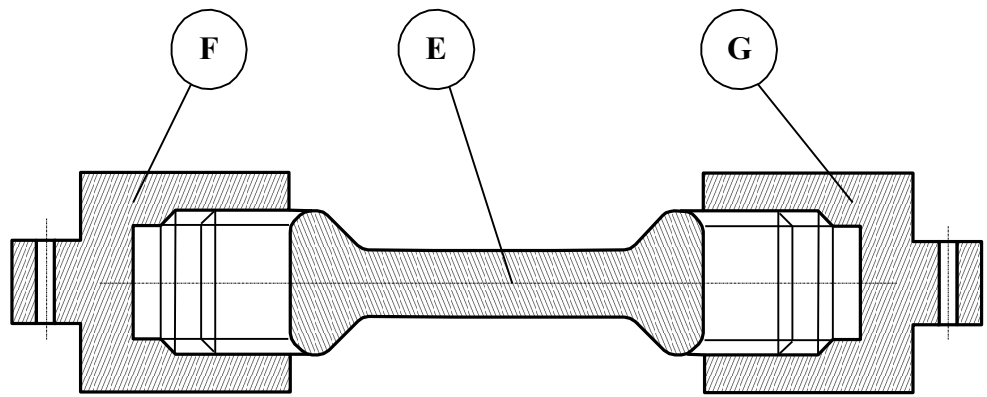


Рисунок Ж2 – второй вариант устройства для резкого сброса нагрузки

## **Испытание на старение подвесных стержневых полимерных изоляторов при воздействии рабочего напряжения с моделированием факторов окружающей среды**

Метод испытаний соответствует стандарту МЭК 61109 (1992).

Испытание заключается в приложении наибольшего рабочего фазного напряжения электроустановки (промышленной частоты) в сочетании со следующими циклическими нагрузками:

- моделирование солнечного излучения;
- искусственное увлажнение;
- сухой нагрев;
- влажный нагрев (близкий к насыщению влагой);
- высокая влажность при комнатной температуре (должно быть достигнуто насыщение);
- соленый туман низкой концентрации.

Пример цикла, включающего в себя все эти нагрузки, показан на рисунке Н.

Некоторые особенности рекомендуемой методики:

- каждый цикл длится 24 часа, изменение программы производится каждые 2 часа;
- в то время, когда не производятся увлажнение и нагрев, изоляторы должны находиться при комнатной температуре  $20\pm 5$  °С и в условиях относительной влажности 30 - 60 %;
- повышение температуры от комнатной до 50°С должно производиться менее чем за 15 мин;
- увлажнение должно производиться менее чем за 15 мин до 95%-ной относительной влажности и за последующие 10 мин должно достигаться значения 98%-ной относительной влажности;
- насыщение, вызывающее падение капель воды с изоляторов, должно достигаться естественным охлаждением испытательного помещения по

достижению  $50^{\circ}\text{C}$  и 98 %-ной относительной влажности; вентилятор на это время должен быть выключен; время восстановления температур окружающей среды составляет примерно 2 ч;

- дождь и соленый туман должны моделироваться в соответствии со стандартами МЭК 60060-1 и 60507;

- моделирование солнечного излучения должно достигаться с помощью ксеноновой дуговой лампы мощностью 5000 Вт, помещенной на расстоянии около 50 см от изолятора; система фильтров должна воспроизводить энергию и солнечный спектр, получаемые в зоне умеренного климата в июньский полдень (около 90 МВт на  $\text{см}^2$ ).

Длительность всего испытания должна составлять около 5000 часов.



## **Выявление поверхностных и сквозных трещин подвесных стержневых полимерных изоляторов методом цветной дефектоскопии**

Метод цветной дефектоскопии применяется для обнаружения трещин, образовавшихся как в процессе изготовления изолятора, так и возникших во время испытаний или эксплуатации. Выявляются трещины в стеклопластиковом стержне в зонах, расположенных внутри оконцевателя и непосредственно примыкающих к оконцевателю, а также на защитной оболочке в области, охватывающей полную длину контактной поверхности между оболочкой и металлическим оконцевателем и включающей дополнительную поверхность, удаленную от оконцевателей на расстояние не менее 30 мм.

При исследовании поверхностных и сквозных трещин методом цветной дефектоскопии должны использоваться специальные красящие жидкости (пенетранты), способные выявлять микротрещины (микропоры) шириной от 0,25 мкм.

В состав пенетранта, должны входить три элемента:

- собственно пенетрант (краситель);
- очиститель;
- проявитель.

Использование пенетрантов при исследовании поверхностных трещин на защитной оболочке изолятора должно производиться в следующей последовательности:

- исследуемая поверхность тщательно очищается, обезжиривается и высушивается;

– на очищенную поверхность наносится пенетрант (методом окраски с помощью кисточки или напылением) и выдерживается не менее 20 мин;

– поверхность протирается сухим мягким матерчатым тампоном, затем тампоном, смоченным в растворителе или очистителе, до полного удаления с нее пенетранта и высушивается;

– на высушенную поверхность наносятся проявитель (методом окраски с помощью кисточки или напылением) и высушивается;

– поверхность подвергается тщательному визуальному осмотру.

Использование пенетрантов при исследовании сквозных трещин на образцах стеклопластикового стержня должно производиться в следующей последовательности:

– исследуемый образец тщательно очищается, обезжиривается и высушивается;

– на одну из сторон образца наносится пенетрант и выдерживается не менее 20 мин;

– производится очистка образца от пенетранта и образец высушивается;

– на противоположную сторону образца наносится проявитель и высушивается (для выявления особо мелких трещин пенетрант с образца может не удаляться);

– образец подвергается тщательному визуальному контролю.

При наличии сквозных или поверхностных трещин в исследуемом образце на белом фоне высохшего проявителя проступают следы красителя. Интенсивность окраски следов зависит от объема трещины (ширина и глубина). Глубину трещины можно определить путем повторной обработки поверхности исследуемого изделия без использования проявителя, сделав разрез образца в месте наиболее интенсивной окраски трещины, выявленной на первом этапе исследования.

**Методика определения класса гидрофобности поверхности защитной  
оболочки стержневых подвесных полимерных изоляторов**

Рекомендованная методика в основном разработана ABB - STRI (Швеция).

Поверхность чистого изолятора площадью 50 - 100 см<sup>2</sup> должна быть увлажнена с помощью распылителя воды (пульверизатора), дающего мелкие капли в виде тумана. При увлажнении пульверизатор должен находиться на расстоянии 30 - 50 см от изолятора. Опрыскивание должно производиться непрерывно в течение 20 - 30 с и повторяться не менее чем на 3-х изоляторах. На каждом изоляторе оценка гидрофобности должна производиться в 9 точках (по 2 - 3 точки в верхней, средней и нижней частях по высоте изолятора).

Всего предлагаемой классификацией устанавливается семь классов гидрофобности. Класс 1 соответствует полной гидрофобности (водоотталкиваемости) поверхности защитной оболочки, класс 7 - полной гидрофильности (смачиваемости) этой поверхности. Оценка класса гидрофобности должна производиться по усредненным результатам наблюдений искусственно увлажненной поверхности в разных точках изоляторов с использованием типичных фотографий (рисунок М).

Допускается производить оценку класса гидрофобности по величине краевого угла оттекания  $\Theta$  (см. таблицу М).



Таблица М - Критерии для классификации гидрофобности защитной оболочки изоляторов

Класс гидрофобности	Характеристика
1	Формируются отдельные капли с небольшой разницей в диаметре. Для большинства капель $\Theta \geq 80^\circ$ .
2	Формируются отдельные капли. Часть капель существенно больше остальных. Для большинства капель $50^\circ < \Theta < 80^\circ$ .
3	Формируются отдельные капли, большинство которых имеют сферическую форму. Часть капель имеет неправильную форму и существенно бóльшие размеры. Для большинства капель $20^\circ < \Theta \leq 50^\circ$ .
4	Только часть капель формируется отдельно. Имеются полностью увлажненные участки с площадью менее $2 \text{ см}^2$ , занимающие менее 90 % поверхности изолятора.
5	Имеются полностью увлажненные участки с площадью более $2 \text{ см}^2$ , занимающие менее 90 % поверхности изолятора
6	Увлажненные участки занимают более 90% поверхности изолятора, наблюдаются небольшие неувлажненные пятна.
7	Сплошная водяная пленка на всей поверхности изолятора (полная смачиваемость).

## Классы гидрофобности

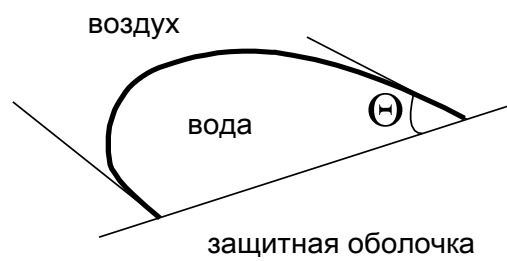
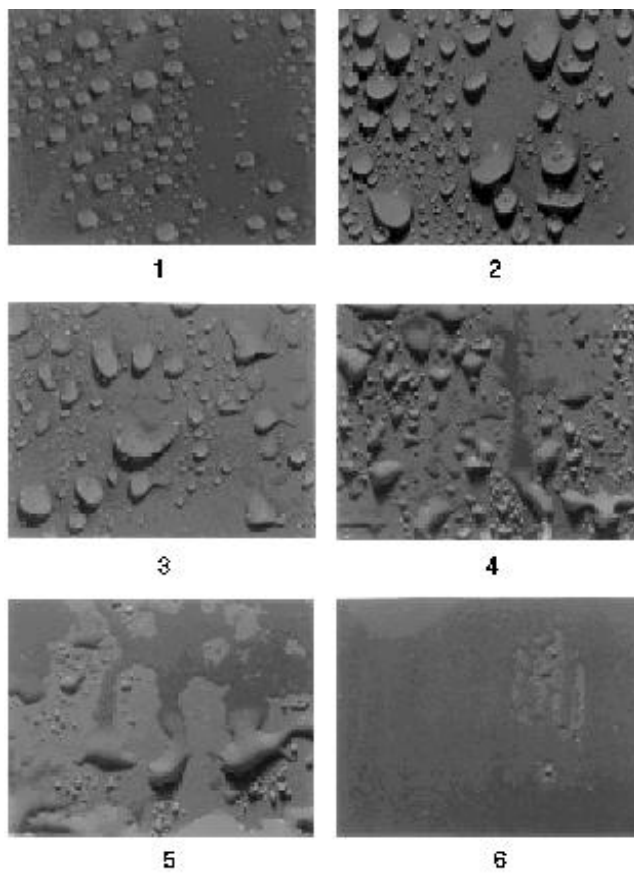
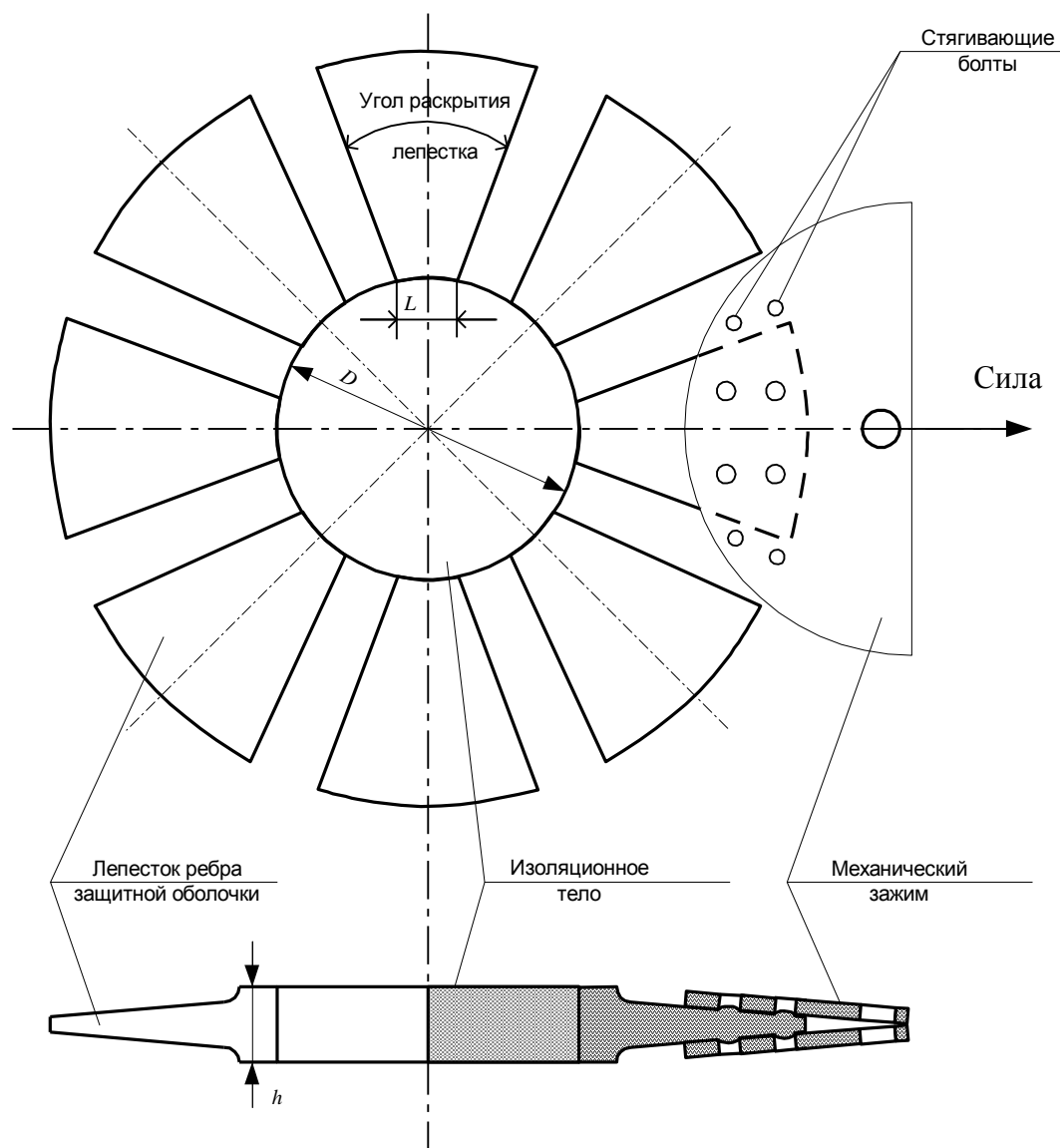


Рисунок М

**Эскизы образцов для определения адгезии защитной оболочки  
полимерных изоляторов к изоляционному телу**



$L=5\div 10$  мм,  $h=10\pm 0,5$  мм

для  $D\leq 80$  мм  $h=5$  мм

Рисунок Н.1 - Образец изолятора и механического зажима захвата лепестка ребра для испытаний методом отрыва

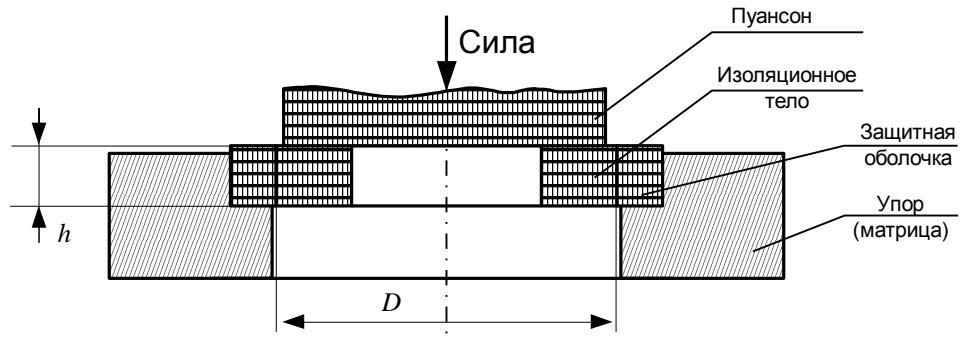


Рисунок Н.2 - Образец изолятора и приспособления для испытаний методом сдвига

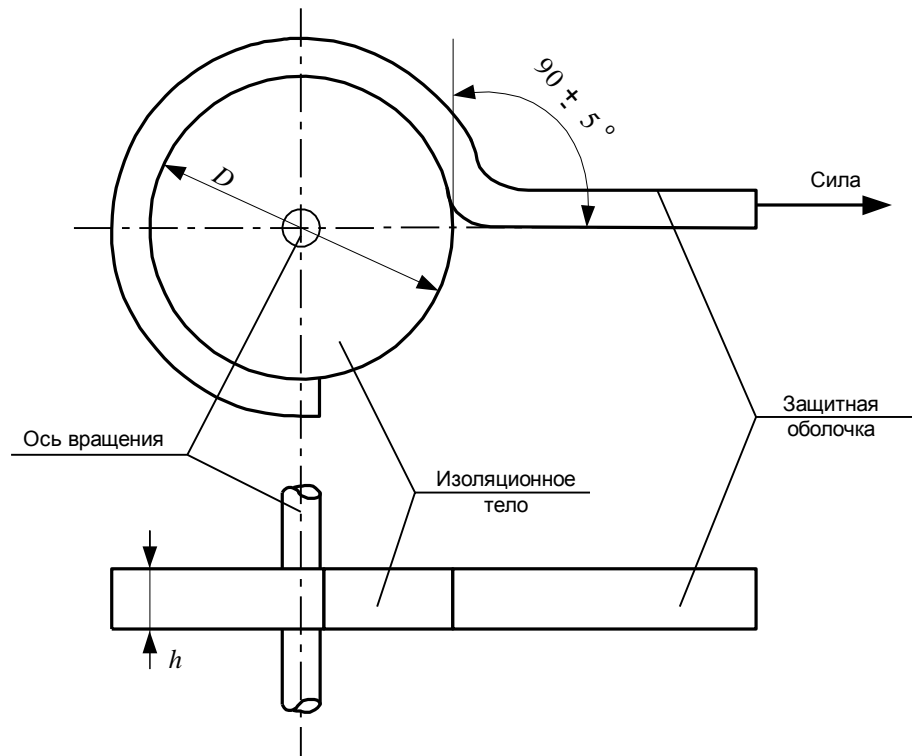
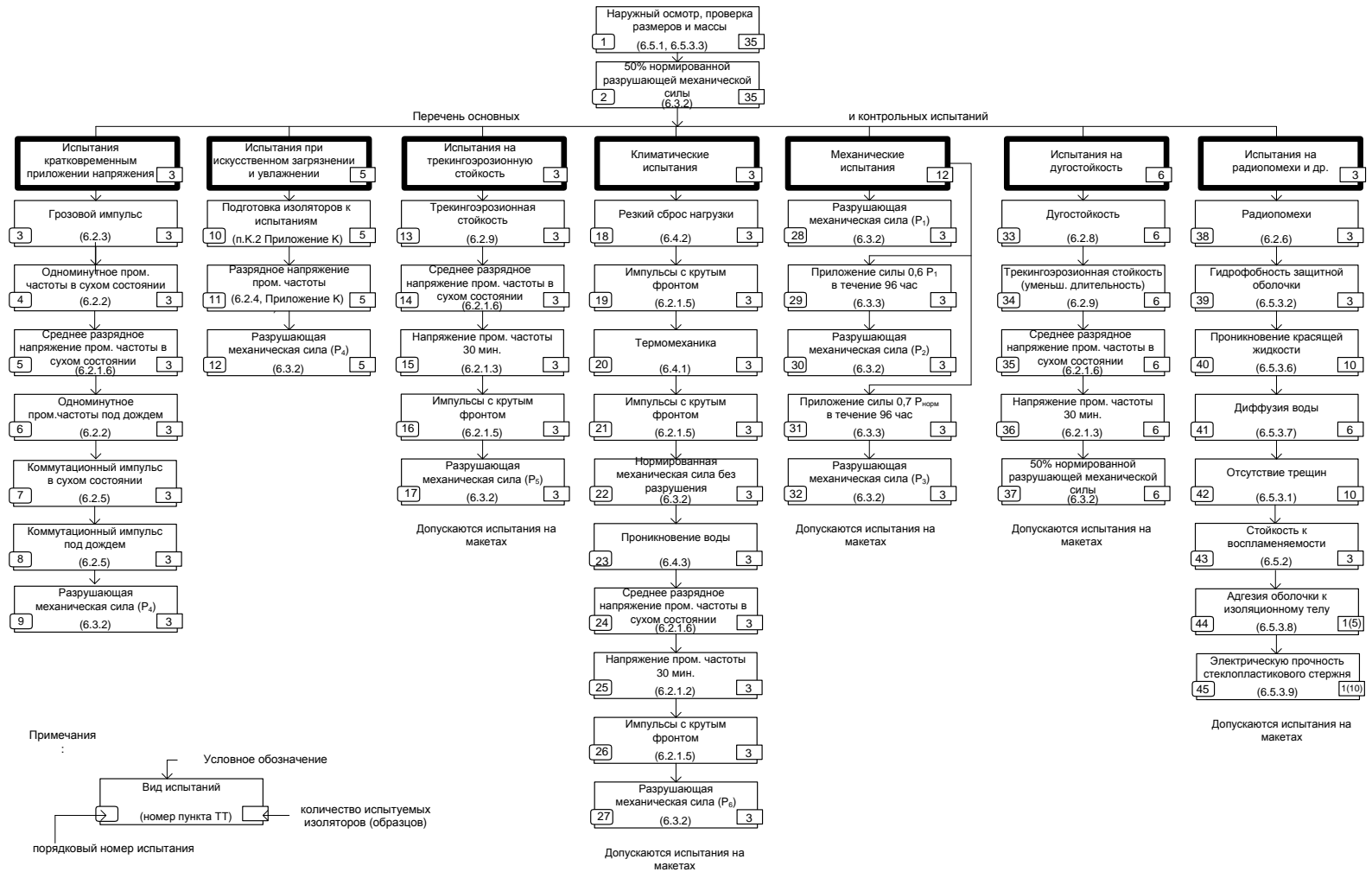


Рисунок Н.3 - Образец изолятора для испытаний методом отслаивания

Приложение П  
(обязательное)

**Схема проведения приемочных испытаний подвесных стержневых полимерных изоляторов 110-750 кВ**



**Виды и методы испытаний подвесных стержневых полимерных  
изоляторов**

Наименование показателя (техническое требование)	№№ пункта стандарта	При каких видах испытаний применяется
	Методы испытаний	
1. Качество поверхностей и соединений	6.5.3.3 6.5.3.5	периодические квалификационные (приемочные)
2. Гидрофобность поверхности защитной оболочки	6.5.3.2	периодические квалификационные (приемочные)
3. Качество и толщина цинкового покрытия	6.5.3.4	периодические квалификационные (приемочные)
4. Длина пути утечки	6.5.1	периодические квалификационные (приемочные)
5. Механическая разрушающая сила	6.3.2	периодические квалификационные (приемочные)
6. Длительное приложение механической растягивающей силы	6.3.3	квалификационные (приемочные)
7. Испытательное напряжение коммутационного импульса в сухом состоянии и под дождем	6.2.5	квалификационные (приемочные)
8. Испытательное напряжение полного грозового импульса	6.2.3	квалификационные (приемочные)
9. Испытательное переменное одноминутное напряжение в сухом состоянии	6.2.2	квалификационные (приемочные)
10. Испытательное переменное одноминутное напряжение под дождем	6.2.2	периодические квалификационные (приемочные)
11. Разрядное напряжение в загрязненном и увлажненном состоянии	6.2.4	квалификационные (приемочные)
12. Среднее разрядное переменное напряжение в сухом состоянии	6.2.1.6	периодические квалификационные (приемочные)
13. Контрольное испытание в течение 30 мин переменным напряжением, близким к сухоразрядному	6.2.1.3	периодические квалификационные (приемочные)

Наименование показателя (техническое требование)	№№ пункта стандарта	При каких видах испытаний применяется
	Методы испытаний	
14. Контрольное испытание импульсным напряжением с крутым фронтом	6.2.1.5	периодические квалификационные (приемочные)
15. Дугостойкость	6.2.8	квалификационные (приемочные)
16. Стойкость к воспламеняемости	6.5.2	периодические квалификационные (приемочные)
17. Трекингэрозионная стойкость	6.2.9	периодические квалификационные (приемочные)
18. Термомеханическая прочность	6.4.1	периодические квалификационные (приемочные)
19. Стойкость к проникновению воды под защитную оболочку и во внутреннюю полость оконцевателей	6.4.3	периодические квалификационные (приемочные)
20. Стойкость к внезапному сбросу нагрузки	6.4.1	периодические квалификационные (приемочные)
21. Отсутствие видимой короны	6.2.7	квалификационные (приемочные)
22. Уровень радиопомех	6.2.6	периодические квалификационные (приемочные)
23. Стойкость к диффузии воды	6.5.3.7	периодические квалификационные (приемочные)
24. Стойкость к проникновению красящей жидкости	6.5.3.6	периодические квалификационные (приемочные)
25. Приложение 50% нормированной механической силы	6.3.2	
26. Стойкость к старению при воздействии рабочего напряжения и факторов окружающей среды	Приложение К	квалификационные (приемочные)
27. Адгезия защитной оболочки к телу изолятора	6.5.3.8	периодические квалификационные (приемочные)
28. Электрическая прочность стеклопластикового стержня	6.5.3.9	периодические квалификационные (приемочные)
29. Масса	6.5.1	периодические квалификационные (приемочные)



Наименование показателя (техническое требование)	№№ пункта стандарта	При каких видах испытаний применяется
	Методы испытаний	
30. Размеры (в том числе присоединительные) и предельные отклонения от них	6.5.1	периодические квалификационные (приемочные)
31. Требования к надежности	6.6	периодические квалификационные (приемочные)
32. Отсутствие трещин	6.5.3.1	периодические квалификационные (приемочные)