
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.080.15.060-2010**

**Изоляторы линейные подвесные стержневые
полимерные.
Методика испытаний на устойчивость после
изготовления**

Стандарт организации

Дата введения: 27.09.2010

ОАО «ФСК ЕЭС»
2010

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

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 27.09.2010 № 733

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: zhulev-an@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».

Оглавление

1	Область применения	4
2	Нормативные ссылки.....	4
3	Термины и определения	4
4	Сокращения	5
5	Объём и последовательность проведения испытаний	5
6	Методы испытаний	7
7	Проверка устойчивости изолятора.....	16

1 Область применения

Настоящий стандарт организации (СТО) устанавливает основные положения по оценке устойчивости полимерных подвесных линейных изоляторов (ПИ) после их изготовления на основе методики циклических приложений различных нагрузок и последующего контроля качества. Настоящий стандарт может быть использован при принятии решений о закупках ПИ, в случае необходимости проведения испытаний в независимых испытательных центрах, а также предприятиями-изготовителями при проведении периодических испытаний. Требования СТО распространяются на ПИ напряжением 110-500 кВ, применяемые в электроустановках ОАО «ФСК ЕЭС».

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

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

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

«Линейные подвесные изоляторы для ВЛ 110-750 кВ. Методы испытаний». Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС» (окончательная редакция проекта), 2008.

Примечание. При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 01 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 Испытания на устойчивость. Испытания, проводимые для контроля способности изделия выполнять свои функции и сохранять значения параметров в пределах установленных норм во время действия на него определенных факторов.

3.2 Малосущественные электрические повреждения ПИ: Видимые следы трека или электрической эрозии длиной не более 3 мм.

3.3 Существенные электрические повреждения ПИ: Трещины,

местная электрическая эрозия, трек общей длиной более 0,1 длины пути утечки изолятора (или более 3 см).

3.4 Критические электрические повреждения ПИ: Трек общей длиной 1/3 длины пути утечки изолятора (или более 10 см), электрическая эрозия или трещины глубиной свыше 30% минимальной толщины защитной оболочки, отслаивание защитной оболочки или пробой.

3.5 Пробой: Полный разряд в твердом диэлектрике, обусловленный ударной ионизацией или разрывом связей между частицами диэлектрика непосредственно под действием электрического поля.

3.6 Малосущественные механические повреждения: Необратимая (остаточная) деформация нескольких (до 5%) ребер защитной оболочки.

3.7 Существенные механические повреждения: Нарушение целостности защитной оболочки без обнажения стеклопластикового стержня (трещины, расслоения, щели, разрыв ребер), сползание оконцевателей, пластическая деформация оконцевателей без появления трещин в металле, разрушение экранов или сползание экранов с оконцевателей, необратимая (остаточная) деформация значительного количества (до 50%) ребер защитной оболочки, разрушение ребер с уменьшением площади их сечения (сколы ребер).

3.8 Критические механические повреждения: Разрушение изоляционной части изолятора (разрыв, излом, расщепление стеклопластикового стержня, отслоение защитной оболочки от стержня), нарушение целостности защитной оболочки с обнажением стеклопластикового стержня, пластическая деформация оконцевателей с появлением трещин в металле, необратимая (остаточная) деформация более 50% ребер защитной оболочки, разрушение ребер до цилиндрической части защитной оболочки.

3.9 Макет: изолятор, изготовленный в тех же технологических условиях, отличающийся только меньшей длиной (числом ребер) изоляционной части (не менее 0,8 м).

4 Сокращения

СТО - стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС»;

ПИ - полимерный подвесной линейный изолятор.

5 Объём и последовательность проведения испытаний

5.1 Испытания изоляторов на устойчивость включают:

- определительные испытания;
- предварительное испытание;
- сравнительные испытания;
- контрольные испытания.

5.1.1 Определительные испытания:

- испытание импульсами напряжения с крутым фронтом;
- определение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии;

- определение разрушающей растягивающей механической силы;
- определение класса гидрофобности защитной оболочки;
- определение адгезии защитной оболочки к изоляционному телу;
- определение стойкости к проникновению красящей жидкости;
- определение стойкости к диффузии воды;
- определение электрической прочности стержня вдоль волокон и поверхности раздела между оболочкой и стержнем

5.1.2 Предварительное испытание

Погружение изолятора в воду и выдержка в ней с целью проверки стойкости всей конструкции изолятора к проникновению воды при последующих испытаниях.

5.1.3 Сравнительные испытания

Сравнительные испытания проводятся на изоляторах после предварительного испытания. Сравнительные испытания состоят из нескольких (не менее 4-х) последовательных циклов.

1. Сухой нагрев 80°C									
2. Горячая вода 80°C									
3. Отрицательная температура минус 50°C									
4. 80% среднего разрядного переменного напряжения. Влажность 100%									
5. 80% нормированной механической разрушающей силы									
6. Горячая вода 80°C									
7. 80% среднего разрядного переменного напряжения									
8. 80% нормированной механической разрушающей силы									

9. Нормированная механическая разрушающая сила									
10. Длительность, мин	120	480	120	120	120	480	120	120	5

Рисунок 1 - Последовательность испытаний в одном цикле

В каждом цикле изоляторы следует последовательно подвергать следующим испытательным воздействиям:

- воздействие положительной температуры (сухой нагрев) 80°C в течение 2-х часов;
- погружение в горячую воду с температурой, равной 80±5°C в течение 8-ми часов;
- воздействие отрицательной температуры минус 50°C в течение 2-х часов;
- приложение в течение 2-х часов переменного напряжения, равного 80% от среднего разрядного переменного напряжения в условиях искусственного пара (тумана) при насыщении, вызывающем падение капель с изоляторов;
- приложение в течение 2-х часов механической растягивающей силы, равной 80% нормированной механической разрушающей силы на растяжение;
- погружение в горячую воду с температурой, равной 80±5°C в течение 8-ми часов;
- приложение в течение 2-х часов переменного напряжения, равного 80% от среднего разрядного переменного напряжения;
- приложение в течение 2-х часов механической растягивающей силы, равной 80% нормированной механической разрушающей силы на растяжение;
- приложение в течение 5 минут механической растягивающей силы, равной нормированной механической разрушающей силы на растяжение.

После окончания испытаний в каждом из циклов изоляторы каждого типа следует подвергать контрольным испытаниям.

5.1.4 Контрольные испытания:

- определение класса гидрофобности защитной оболочки;
- определение адгезии оболочки к изоляционному телу;
- определение стойкости к проникновению красящей жидкости;
- определение стойкости к диффузии воды;
- определение электрической прочности стержня вдоль волокон и поверхности раздела между оболочкой и стержнем.

6 Методы испытаний

6.1 Определительные испытания.

6.1.1 Испытание импульсами напряжения с крутым фронтом.

Общие условия испытаний, нормальные атмосферные условия, поправки на них, требования к форме кривых испытательных напряжений должны соответствовать 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.

Испытания должны проводиться приложением по 25 импульсов сначала положительной, а затем отрицательной полярности, амплитудное значение которых должно обеспечивать перекрытие изолятора фронтальной частью импульса с крутизной не менее 2000 кВ/мкс.

При испытаниях изолятор может находиться в любом положении в условиях, исключающих электрический разряд между частями изолятора и проводниками, находящимися под напряжением, на посторонние предметы.

При испытании должны имитироваться траверса опор и провод (ошиновка).

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 испытуемого 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 (K) 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 электрических повреждений защитной оболочки или пробоя.

6.1.2 Определение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии.

Среднее разрядное переменное напряжение при плавном подъеме в сухом состоянии должно определяться и рассчитываться по ГОСТ 1516.2.

Значение среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии, на начальной стадии испытаний, используется для определения величины испытательного выдерживаемого в течение 30 мин переменного напряжения.

6.1.3 Определение разрушающей растягивающей механической силы.

Оборудование для механических испытаний должно обеспечивать растягивающую силу не менее 200% нормированной разрушающей механической силы изолятора. Погрешность измерения механической силы не должна быть более 2%.

Испытание должно проводиться при комнатной температуре. Допускается проводить испытание механической растягивающей силой изоляторов напряжением 150 кВ и выше на макетах.

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

При испытании изоляторов растягивающая сила должна быстро и плавно (с любой скоростью) повышаться до значения, равного 75% нормированной разрушающей силы, затем должна плавно повышаться со скоростью не более 5 кН/с до нормированного значения, а затем до разрушения изолятора. В качестве расчетной разрушающей растягивающей силы принимается среднее значение, полученное на всех испытанных изоляторах.

Изоляторы считаются выдержавшими испытания разрушающей растягивающей механической силой, если эта сила больше нормированного значения.

6.1.4 Определение класса гидрофобности защитной оболочки изоляторов.

Поверхность чистого изолятора площадью 50 - 100 см² должна быть увлажнена с помощью распылителя воды (пульверизатора), дающего мелкие капли. 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 3 точки в верхней, средней и нижней частях по высоте изолятора).

Оценка класса гидрофобности должна производиться по усредненным результатам наблюдений искусственно увлажненной поверхности в разных точках изоляторов с использованием типичных фотографий (рисунок 2) и критериев таблицы 1.

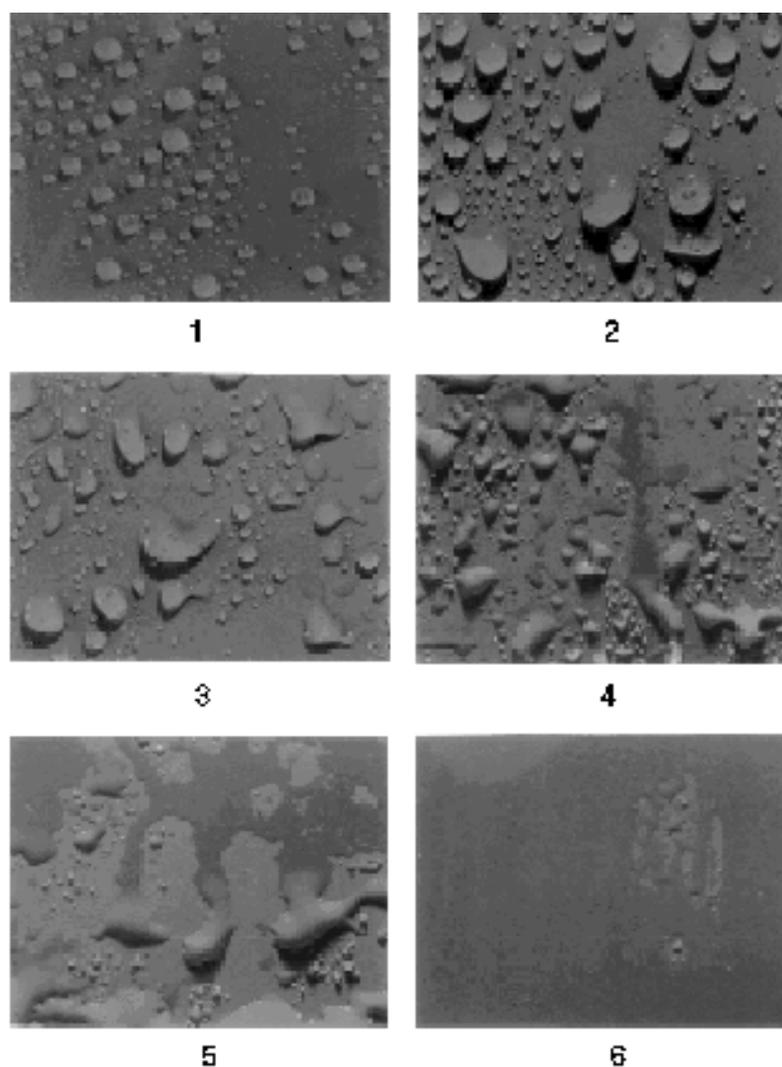


Рисунок 2 - Класс гидрофобности

Таблица 1

Критерии для классификации гидрофобности защитной оболочки изоляторов

Класс гидрофобности	Характеристика
1	Формируются только отдельные капли с небольшой разницей в диаметре
2	Формируются только отдельные капли. Часть капель существенно больше остальных
3	Формируются только отдельные капли, большинство которых имеют сферическую форму. Часть капель имеет неправильную форму и существенно большие размеры
4	Часть капель формируется отдельно, имеются увлажненные следы потеков воды. Имеются полностью увлажненные участки с площадью менее 2 см ² . Суммарно они занимают менее 90% поверхности изолятора
5	Имеются полностью увлажненные участки с площадью более 2 см ² . Суммарно они занимают менее 90% поверхности изолятора
6	Увлажненные участки занимают более 90% поверхности изолятора, наблюдаются небольшие неувлажненные участки (пятна)
7	Сплошная водяная пленка на всей поверхности изолятора (полная смачиваемость)

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

6.1.5 Определение адгезии защитной оболочки к изоляционному телу.

Определение адгезии защитной оболочки к изоляционному телу должно выполняться методом отрыва на пяти образцах, полученных разрезанием изолятора перпендикулярно его оси. Толщина образцов (h) должна быть равна $10 \pm 0,5$ мм. Образцы должны быть вырезаны из различных частей изолятора по его высоте с захватом ребра (рисунок 3).

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. На каждом образце последовательно должен проводиться отрыв всех лепестков при помощи любого разрывного устройства с погрешностью измерения силы тяжения не выше ± 2 Н. После отрыва каждого лепестка проводится определение фактической площади сечения отрыва (разрыва) с погрешностью измерения размеров сечения не выше $\pm 0,5$ мм². Адгезия защитной оболочки к изоляционному телу определяется как значение силы отрыва лепестка, отнесенное к площади его отрыва (Н/см²). Полученные на различных лепестках изолятора 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 не учитываются. Полученные результаты усредняются по всем образцам.

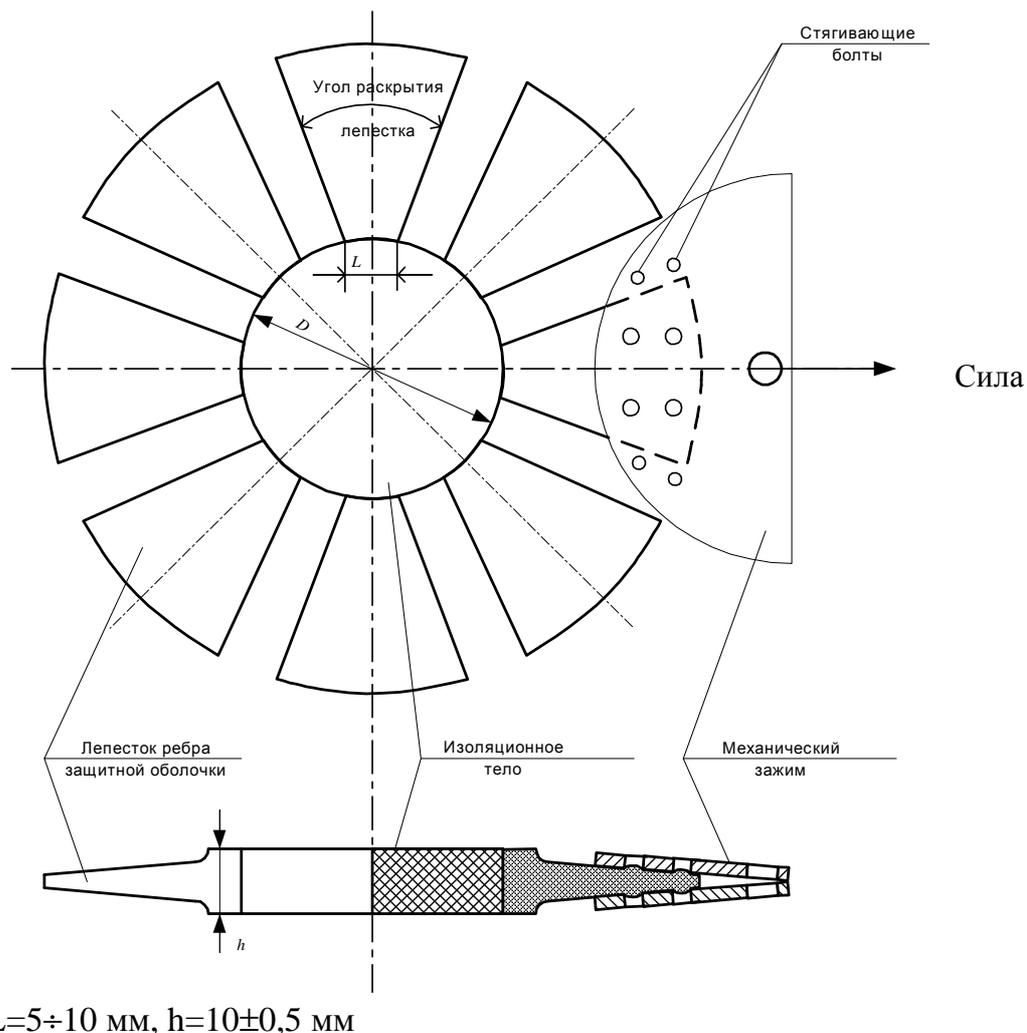


Рисунок 3 - Образец изолятора и механического зажима захвата лепестка ребра для испытаний методом отрыва

6.1.6 Определение стойкости к проникновению красящей жидкости.

Определение стойкости к проникновению красящей жидкости должно производиться на образцах толщиной $10 \pm 0,5$ мм, полученных разрезанием изоляторов перпендикулярно его оси. Срезы должны быть чистыми и параллельными. Поверхности среза должны быть зашлифованы. 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.

6.1.7 Определение стойкости к диффузии воды.

Определение стойкости к диффузии воды должно проводиться на образцах толщиной $30 \pm 0,5$ мм. 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 одного типа изолятора. Пример такой емкости показан на рисунке 4. 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 просушены фильтровальной бумагой.

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).

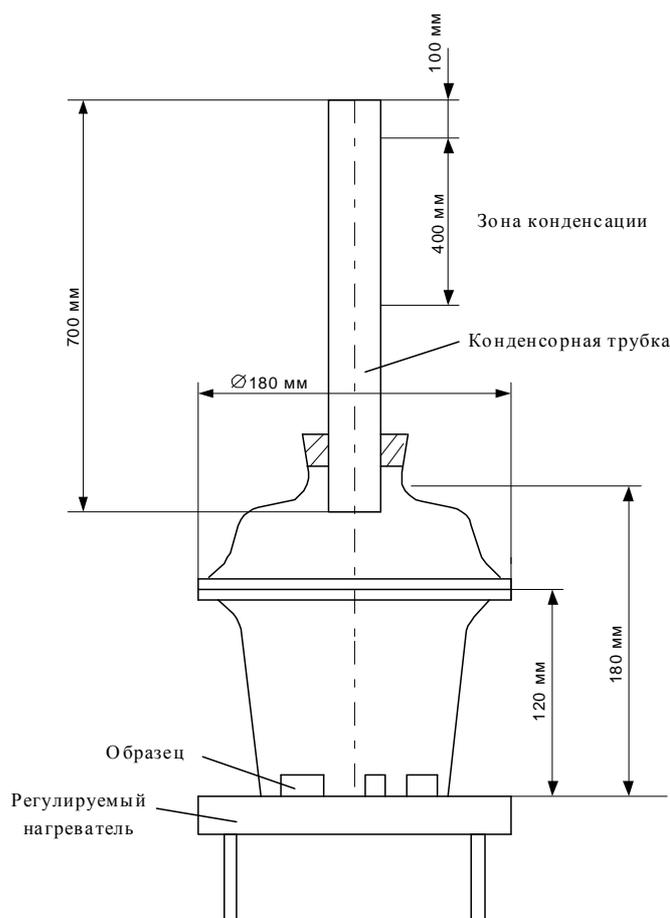


Рисунок 4 - Пример кипятильника для испытаний на диффузию воды.

6.1.8 Определение электрической прочности стержня вдоль волокон и поверхности раздела между оболочкой и стержнем.

Определение электрической прочности стержня должно проводиться по методике ГОСТ 6433.3 на образцах толщиной $10 \pm 0,5$ мм, полученных разрезанием изоляторов перпендикулярно оси стержня. Срезы должны быть чистыми и параллельными. Поверхности среза зашлифованы. Из каждого испытуемого изолятора должно быть вырезано по 10 образцов: 3-4 образца с верхней, средней, нижней части изолятора. Образцы следует установить в специальную емкость вертикально между двумя электродами, полностью погруженными в трансформаторное масло. Высокое напряжение подводится к верхнему электроду, а нижний электрод заземляется. Напряжение следует поднимать плавно до пробоя образца или перекрытия по поверхности в объеме масла. Оценка электрической прочности на пробой следует производить по пробивному напряжению, отнесенному к длине образца (кВ/см).

Материал стержня считается выдержавшим испытания, если электрическая прочность испытанных образцов не менее 35 кВ/см.

6.2 Предварительное испытание.

Изоляторы погружают в воду с температурой 30 ± 5 °С и выдерживают в ней в течение 120 часов. Объем бака (ванны) с водой для испытаний

изоляторов выбирается в зависимости от габаритов изоляторов. Изменение температуры в процессе испытаний должно быть не более ± 2 °С.

6.3 Сравнительные испытания.

6.3.1 Воздействие положительной температуры (сухой нагрев) до 80 °С, которая должна оставаться постоянной в течение 2-х часов. Камера для испытаний должна обеспечить получение устойчивых значений температуры. Изменение температуры в процессе испытаний должно быть не более ± 2 °С.

Объем внутренней полости камеры выбирают в зависимости от габаритов изоляторов.

Испытание проводят следующим образом:

- изоляторы помещают в камеру, после чего в камере устанавливают заданную температуру, или изделие помещают в камеру с заранее установленной температурой;

- изоляторы выдерживают в камере при заданной температуре в течение заданного времени.

Влажность в камерах тепла и холода не нормируется и не контролируется.

6.3.2 Погружение в горячую воду с температурой, равной 80 ± 5 °С в течение 8-ми часов.

Объем бака (ванны) с водой для испытаний изоляторов выбирается в зависимости от габаритов изоляторов. Изменение температуры в процессе испытаний должно быть не более ± 2 °С.

6.3.3 Воздействие отрицательной температуры минус 50°С в течение 2-х часов производится по 6.3.1.

6.3.4 Приложение в течение 2-х часов переменного напряжения, равного 80% от среднего разрядного переменного напряжения в условиях искусственного пара (тумана) при насыщении, вызывающем падение капель с изоляторов.

Испытания должны проводиться в заполняемой 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. Пар должен вырабатываться путем нагревания воды в парогенераторе и подаваться к изолятору с малой скоростью через сопла большого диаметра, находящиеся под испытуемым изолятором на уровне пола на расстоянии не менее чем 1,5 м от испытуемого объекта. Генерирование пара вокруг испытуемого изолятора должно производиться до конца каждого отдельного испытания с постоянным устойчивым расходом.

Испытания должны проводиться приложением к предварительно увлажненному изолятору напряжения, равного 80% среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии. Подъем напряжения до заданного значения может производиться с любой скоростью.

6.3.5 Приложение в течение 2-х часов механической растягивающей силы, равной 80% нормированной механической разрушающей силы на растяжение.

Общие условия испытания растягивающей силой - 6.1.3. Испытания изоляторов растягивающей силой без разрушения должны проводиться при плавном подъеме растягивающей силы со скоростью не более 5 кН/с до необходимого значения. Эта приложенная к изолятору сила должна выдерживаться заданное время, а затем должна быть плавно снижена до нуля с любой скоростью.

6.3.6 Приложение в течение 2-х часов переменного напряжения, равного 80% от среднего разрядного переменного напряжения.

Испытания должны проводиться приложением к испытываемому изолятору 80% среднего разрядного переменного напряжения при плавном подъеме в сухом состоянии. Подъем напряжения до заданного значения может производиться с любой скоростью.

6.3.7 Приложение в течение 5 минут механической растягивающей силы, равной нормированной механической разрушающей силы на растяжение - в соответствии с п. 6.3.5.

6.3.8 Изоляторы считают выдержавшими испытания воздействием циклических нагрузок в рамках сравнительных испытаний, если не произошло существенных или критических электрических и механических повреждений и пробоя.

6.4 Контрольные испытания проводятся в соответствии с пп. 6.1.4 - 6.1.8.

7 Проверка устойчивости изолятора

7.1 Изолятор считается выдержавшим испытания на устойчивость, если он выдержал заданные сравнительные испытания (5.1.3) без критических повреждений и ухудшения характеристик, выявленных контрольными испытаниями (5.1.4).

7.2 Если изолятор не выдержал какое-либо одно контрольное испытание, но оно не является критическим для конкретных условий эксплуатации и если заказчик был уведомлен об этом, то такой изолятор может считаться приемлемым.

7.3 Если не наблюдается устойчивого снижения характеристик изолятора от 1-го до 4-го циклов испытаний, а одно или два контрольных испытания в одном из циклов изолятор не выдержал, то это контрольное испытание следует повторить, взяв для этого 3 новых изолятора. Эти три изолятора должны будут выдержать испытание без каких-либо отклонений.