ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56736— 2015 (IEC/TS 60815-2:2008)

ИЗОЛЯТОРЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В ЗАГРЯЗНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ВЫБОР И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Часть 2

Керамические и стеклянные изоляторы для систем переменного тока

(IEC/TS 60815-2:2008, MOD)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Обществом с ограниченной ответственностью «Ц СВЭП» (ООО «Ц СВЭП») и Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский электротехнический институт имени В.И.Ленина» (ФГУП ВЭИ) на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного документа, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 016 «Электроэнергетика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 ноября 2015 г. № 1903-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному документу IEC/TS 60815-2:2008 «Изоляторы высокого напряжения для работы в загрязненных условиях. Выбор и определение размеров. Часть 2. Керамические и стеклянные изоляторы для систем переменного тока» (IEC/TS 60815-2:2008 «Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions — Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems», MOD) путем изменения содержания отдельных структурных элементов, которые выделены вертикальной линией, расположенной на полях напротив соответствующего текста, а также путем изменения отдельных фраз (слов, значений показателей, ссылок), которые выделены в тексте курсивом. Оригинальный текст структурных элементов примененного международного документа и объяснения причин внесения технических отклонений приведены в дополнительном приложении ДА.

Международный стандарт разработан Техническим комитетом по стандартизации ТС 36 «Изоляторы» Международной электротехнической комиссии (IEC).

Сведения о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, использованным в качестве ссылочных в примененном международном документе, приведены в дополнительном приложении ДБ

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

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

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗОЛЯТОРЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В ЗАГРЯЗНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ВЫБОР И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Часть 2

Керамические и стеклянные изоляторы для систем переменного тока

Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions. Part 2. Ceramic and glass insulators for a. c. systems

Дата введения — 2016—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает правила выбора и определения основных размеров керамических и стеклянных изоляторов, предназначенных для использования в системах высокого напряжения в условиях загрязнения с учетом удельной длины пути утечки, рассчитанной по фазному напряжению электроустановки, рекомендации по профилям (конфигурации) изоляторов различного исполнения с учетом их диаметра, вылета ребер и расстояний между ребрами.

Основные правила и принципы выбора изоляции для использования в системах высокого напряжения в условиях загрязнения, а также методы испытания установлены ГОСТ 9920, ГОСТ 10390 и документами [7], [8], [9], [10], а нормирование удельной длины пути утечки, рассчитанной по фазному напряжению электроустановки, рекомендации по профилям (конфигурации) изоляторов различного исполнения с учетом их диаметра, вылета ребер и расстояний между ребрами, применение специальных разнонаправленных сборников загрязнения рекомендованы настоящим стандартом.

Основная цель указаний и правил, применяемых при выборе и определении основных размеров изоляторов состоит в том, чтобы дать пользователю средства для:

- определения базисной нормированной удельной длины пути утечки (БНУДПУ), исходя из класса степени загрязнения в данном районе эксплуатации (СЗЭ);
- оценки пригодности различных профилей изолятора;
- определения необходимой НУДПУ путем применения поправочных коэффициентов для формы, размера, положения изолятора и т.д. относительно БНУДПУ;
- если требуется, определения соответствующих методов испытания и параметров для проверки характеристики выбранных изоляторов.

Примечание — См. приложение ДА.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 9920—89 Электрооборудование переменного тока на напряжения 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 27744—88 Изоляторы. Термины и определения

Издание официальное

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем разделе использованы термины по *ГОСТ 27744*, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.2 **нормированная удельная длина пути утечки; НУДПУ:** Длина пути утечки, деленная на действующее значение наибольшего рабочего фазного напряжения сети.

Примечание — Как правило, НУДПУ выражается в мм/кВ, и обычно принимается за минимальное значение.

3.1.3 **базисная нормированная удельная длина пути утечки; БНУДПУ:** Исходная величина нормированной удельной длины пути утечки для загрязненного района эксплуатации до внесения поправок на размер, профиль, место монтажа и т.п. в соответствии с этими техническими требованиями и обычно выражаемая в мм/кВ.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

КДПУ — коэффициент длины пути утечки;
ЭПСО — эквивалентная плотность солевых отложений;
ПНО — плотность нерастворимых отложений;
ПСО — плотность солевых отложений;
ЭС — эквивалентная соленость на месте эксплуатации;
СЗЭ — степень загрязнения на месте эксплуатации;
НУДПУ — нормированная удельная длина пути утечки;
БНУДПУ — базисная нормированная удельная длина пути утечки.

4 Общие положения

Весь процесс выбора изоляции и определения ее размеров может быть обобщен следующим образом/ используя [1]:

- определяется соответствующий подход 1, 2 или 3 в зависимости от имеющихся знаний, времени и ресурсов в соответствии с [1];
- собираются необходимые исходные данные, в особенности, касающиеся напряжения системы, типа применяемых изоляторов (линейные, опорные, проходные и т.д.);
- собираются необходимые экологические данные, особенно о степени загрязнения в районе эксплуатации и классе степени загрязнения.

На этой стадии может быть сделан предварительный выбор возможных типов изоляторов, пригодных для применения в данных условиях окружающей среды.

Затем, используя эти технические требования, следует:

- уточнить выбор возможного варианта из числа керамических или стеклянных изоляторов, пригодных для данных условий окружающей среды;
- определить величину БНУДПУ для типов изоляторов и материалов, используя показатели данных технических требований, или данные эксплуатации, либо данные испытательной станции, в случае применения подхода 1 (раздел 7);
- выбрать пригодные профили ребер для типа окружающей среды (раздел 8);
- проверить, что профили ребер удовлетворяют определенным параметрам, с необходимыми поправками, соответствующим возможным отклонениям (раздел 9);
- изменить, если это необходимо, (подходы 2 и 3), базисную нормированную удельную длину пути утечки (БНУДПУ) с помощью коэффициентов, зависящих от величины, профиля, геометрического расположения и т.п. для вероятных типов изоляторов (разделы 10 и 11);

- проверить, что вероятные типы изоляторов соответствуют требованиям для другой системы и линии, которые даны в действующих НТД (например, фиксация в определенном положении, геометрия, размеры, экономические соображения);

- проверить размеры, если это требуется, в случае подхода 2 путем лабораторных испытаний (см. раздел 12).

Примечание — При дефиците времени и ресурсов (например, используя подход 3) определение необходимой величины БНУДПУ будет выполнено с меньшей точностью.

5 Материалы

Настоящие рекомендации стандарта применимы к керамическим и стеклянным изоляторам. В руководстве предполагается, что изоляторы изготовлены по стандартной технологии без какой-либо модификации или обработки поверхности.

Существуют технологии, предназначенные для улучшения характеристик таких изоляторов при загрязнении, например: полупроводящая глазурь, гидрофобные покрытия.

В поведении керамических и стеклянных изоляторов в условиях загрязнения невозможно установить четкое различие между этими материалами. Выбор стеклянного или керамического материала по сравнению с другим зависит исключительно от влияющих факторов (например, старения, опыта эксплуатации, процесса технического обслуживания) и не рассматривается в настоящем стандарте.

6 Определение степени загрязнения на месте эксплуатации

В настоящем стандарте количественно определены 5 классов степени загрязнения, характеризующих загрязнение от очень легкого до очень сильного следующим образом:

a — очень легкое;

b — легкое;

c — среднее;

d — сильное;

e — очень сильное.

Класс СЗЭ применяется для определения базовой удельной длины пути утечки стеклянных и керамических изоляторов.

7 Определение базисной нормированной удельной длины пути утечки (БНУДПУ)

На рисунке 1 показана связь между классом СЗЭ и БУУДПУ для стеклянных и керамических изоляторов. Затемненные прямоугольники означают предпочтительные величины минимальных требований для каждого класса загрязнения и даны для использования подхода 3. Если оценка класса СЗЭ стремится к соседнему более высокому классу, тогда следует пользоваться кривой рисунка 1.

Если возможны точные измерения СЗЭ (подходы 1 или 2), рекомендуется использовать значение БНУДПУ, которое соответствует положению измерений СЗЭ в пределах класса, следуя кривой на рисунке 1.



Рисунок 1 — БНУДПУ в функции от класса СЗЭ

В случаях исключительно высоких значений СЗЭ, или за их пределами, в классе е минимальное значение БНУДПУ может оказаться неадекватным. В зависимости от опыта эксплуатации и/или результатов лабораторных испытаний может быть использовано наибольшее значение НУДПУ; в некоторых случаях может быть использовано меньшее значение.

Примечание — Окончательное значение БНУДПУ, полученное с учетом поправок, не будет точно соответствовать длине пути утечки из каталога изоляторов. Следовательно, предпочтительнее работать с точными значениями, а не округлять их до ближайшей величины в конце процесса поправок.

8 Выбор профиля изолятора

8.1 Общие рекомендации для выбора профилей фарфоровых и стеклянных изоляторов

В таблице 1 дан краткий обзор главных преимуществ и недостатков основных типов профилей изоляторов относительно их характеристик в условиях загрязнения.

Примечание — В случае длинностержневых, опорных или полых изоляторов типичные стандартные углы наклона профиля составляют 14°—24° для верхней поверхности ребер α и 8° — 16° для нижней поверхности ребер β — (см. рисунка 2b). В целом меньшие углы считаются аэродинамическими, в то время как большие углы — противотуманными.

Таблица 1 — Принципиальные преимущества (+) и недостатки (-) основных типов профилей

Установка	Оценка	Стандартный профиль	Открытый профиль	Протово-туманный профиль	Профиль с переменным вылетом ребра
Вертикальное расположение	+	Хороший опыт эксплуатации при очень легких до средних классов СЗЭ, где не требуется большая длина пути утечки или аэродинамический профиль	Накапливает меньше загрязнений благодаря аэродинамическому профилю и хорошему естественному очищению	Препятствует увлажнению нижней части дождем, туманом и т.д. Большая длина пути утечки на элемент	Обладает основными преимуществами и недостатками основных типов профилей: стандартный, открытый или противотуманный благодаря: - увеличенной длине пути утечки на элемент - хорошее выдерживаемое напряжение при сильном дожде - хорошее выдерживаемое напряжение при обледенении
	-	Накапливает загрязнения, нанесенные ветром	Поверхность накапливает больше загрязнений в условиях экстремальных воздействий, таких как шторм, тайфун, и т.д., требуются удлиненные гирлянды. Хороший опыт эксплуатации в классах загрязнения СЗЭ от очень легкого до среднего (в определенных сухих и полусухих районах), где требуется аэродинамический эффективный профиль	Из-за ослабления естественной очистки накапливает на нижней поверхности больше загрязнений, нанесенных ветром	
Горизонтальное расположение	+	Накапливает меньше загрязнений из-за естественной очистки за счет увлажнения	Накапливает меньше загрязнений, поскольку аэродинамическая форма создает лучшие условия для самоочистки при увлажнении и ветре	Большая длина пути утечки на элемент	

Окончание таблицы 1

Установка	Оценка	Стандартный профиль	Открытый профиль	Протово-туманный профиль	Профиль с переменным вылетом ребра
	-	Вся поверхность загрязняется, однако доступна для естественной очистки	Вся поверхность накапливает больше загрязнений в условиях экстремальных воздействий, таких как шторм, тайфун, и т.д. Требуется большая длина гирлянд	Из-за ослабления естественной очистки накапливает на нижней поверхности ребра с глубокими канавками больше загрязнений, нанесенных ветром	

На рисунке 2 приведены наиболее распространенные стандартные профили изоляторов.

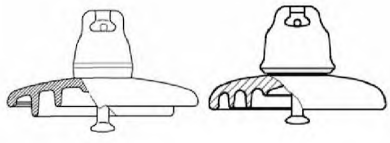


Рисунок 2а — Стандартные тарельчатые изоляторы

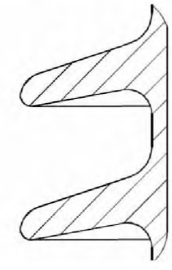


Рисунок 2б — Стандартный профиль ребра — длинностержневые, опорные и полые изоляторы

Рисунок 2 — Типичные «стандартные» профили ребер

Аэродинамические или открытые профили показаны на рисунке 3, а противотуманные профили — на рисунке 4.

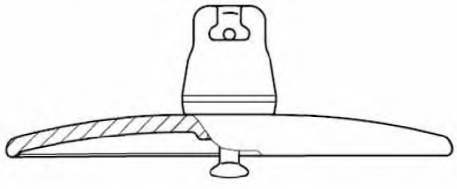


Рисунок 3а — Аэродинамические тарельчатые изоляторы

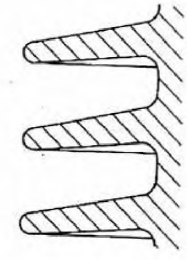


Рисунок 3б — Аэродинамические ребра — длинностержневые, опорные и полые изоляторы

Рисунок 3 — Типичные «открытые» профили ребер

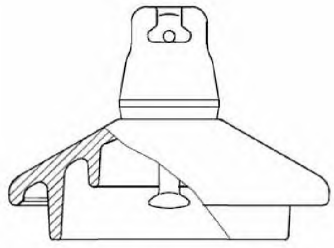


Рисунок 4а — Противотуманные тарельчатые изоляторы с крутым наклоном ребра

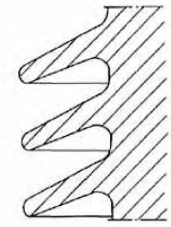


Рисунок 4б — Противотуманные изоляторы с крутым наклоном ребра — длинностержневые, опорные и полые изоляторы

Рисунок 4 — Типичные «противотуманные» профили ребер

В настоящем стандарте, переменный вылет ребра определяется как вылет, имеющий минимальное различие в вылетах большого и малого ребер, по крайней мере, 15 мм (см. рисунок 5 и п. 9.4).

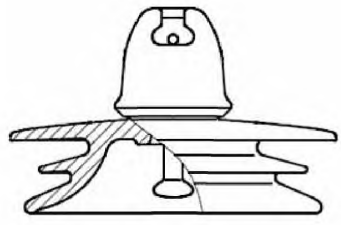


Рисунок 5а — Тарельчатые изоляторы с переменным вылетом ребра

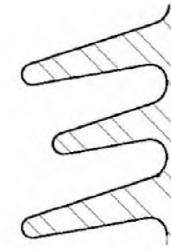


Рисунок 5б — Длинностержневые, опорные и полые изоляторы с переменным вылетом ребра

Рисунок 5 — Типичные профили с «переменным вылетом» ребра

Типичные профили ребер штыревых изоляторов изображены на рисунке 6. В целом, профили штыревого изолятора могут уподобляться противотуманным профилям и, следовательно, в дальнейшем не считаться отдельными.

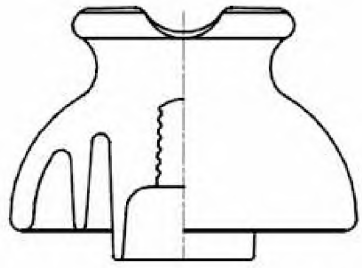


Рисунок 6а — Цельный штыревой изолятор

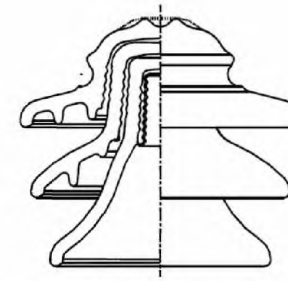


Рисунок 6б — Многоэлементный штыревой изолятор

Рисунок 6 — Типичные профили ребер штыревого изолятора

8.2 Пригодность профиля изолятора

В таблицах 2 и 3 дана простая оценка достоинств профилей изолятора. В каждом случае оценка достоинств каждого профиля по отношению к стандартному профилю для использования в специфических областях выражается следующим образом:

++ пригодная, наилучший выбор;

+ пригодная;

0 нейтральная, нет особых преимуществ или недостатков;

- не пригодная, но может использоваться;

-- не пригодная, по возможности, избегайте этого выбора.

Загрязнение, как правило, не является единственным параметром, используемым для выбора профиля изолятора. Материал изолятора, его конструкция, процесс изготовления или область применения могут не допустить применения определенных профилей. Поэтому оптимальный профиль не может выбираться только по условию тип изолятора/тип загрязнения. Следовательно, нельзя исключить выбор или использование менее пригодного профиля изолятора.

Если выбирается не пригодный профиль, то рекомендуется величину БНУДПУ выбирать по рисунку 1 в направлении к верхнему значению СЗЭ или даже к следующему большему значе-нию класса загрязнения, до тех пор, пока такое изменение не вызовет отклонения или ухудше-ния параметров профиля, описанных в разделе 9. Если выбирается не пригодный профиль, который имеет допустимые отклонения в параметрах профиля, то рекомендуется рассматривать этот профиль так, как если бы он имел недопустимое отклонение в параметрах профиля.

9 Проверка параметров профиля

9.1 Вводное замечание

Примечание — Параметры профиля изоляторов, используемые в следующих подразделах, основаны на номинальных конструктивных размерах, приведенных на подробных чертежах изолятора. Они не предназначены для контроля при нормальных приемочных испытаниях, определенных стандартами на продукцию.

Нижеперечисленные параметры профиля ребер характеризуются следующим: рекомендуемым (белый цвет) диапазоном, допустимым (серый цвет) диапазоном, в котором возможно снижение электрической прочности изоляции и недопустимым (черный цвет) диапазоном, в котором эти параметры могут оказать сильное негативное влияние на разрядные характеристики загрязненной изоляции. Каждый параметр должен рассчитываться и проверяться в соответствии со следующими соображениями. Допускается, чтобы один из параметров отклонился в зону серого цвета, т.е. имел допустимое (незначительное) отклонение. В случае допустимого отклонения рекомендуется БНУДПУ выбирать по рисунку 1 в направлении к верхнему значению класса загрязнения СЗЭ или даже к следующему большему значению класса загрязнения, до тех пор, пока такое изменение не станет значительно ухудшать отклонение за счет уменьшения величины *s/p* или увеличения величины *l/d*. Если более одного параметра находятся в допустимой (зоне серого цвета), то это рассматривается как недопустимое (значительное) отклонение и рекомендуется сделать следующее:

- проанализировать данные опыта эксплуатации или результаты стендовых испытаний, чтобы подтвердить характеристики изолятора с данным профилем;
- найти альтернативный профиль изолятора или технологию его производства;
- проверить характеристики профиля путем проведения испытаний изолятора (см. раздел 12).

Таблица 2 — Пригодность профиля по сравнению со стандартным профилем, для фарфоровых и стеклянных изоляторов, имеющих ту же самую длину пути утечки на изолятор или на гирлянду изоляторов

Тип окружающей среды	Пригод-ность профиля	Стандарт-ный профиль[a], все типы	Открытый профиль[b]		Противотуманный профиль, все типы
			Тарельчатый, длинностержне-вой изоляторы	Опорный/ полый изолятор	
Пустыня	++				
	+		●		
	0	●□	□	●□	□ (Оба)
	-				● (Вертикальное)
	- -				● (Горизонтальное)
Морское побережье	++				□ (Вертикальное)
	+				● (Вертикальное)
	0	●□	● [c]	●□	□●(Горизонтальное)
	-		□		
	- -				

Окончание таблицы 2

Тип окружающей среды	Пригодность профиля	Стандартный профиль[a], все типы	Открытый профиль[b]		Противотуманный профиль, все типы
			Тарельчатый, длинностержневой изоляторы	Опорный/ полый изолятор	
Промышленный	++				
	+		●		
	0	●□	□	●□	□
	-				●
	- -				
Сельскохозяйственный	++				
	+				
	0	●		●	
	-		●		●(Вертикальное)
	- -				●(Горизонтальное)
Внутриматериковый (легкое загрязнение	++				
	+				
	0	●	●	●	●
	-				
	- -				
● Загрязнение типа A[d] □ Загрязнение типа B		[a] Стандартный профиль принимается как опорный «0» уровень. Это не делает стандартный профиль автоматически применимым во всех случаях, поскольку в некоторых случаях не удается обеспечить необходимую длину пути утечки при требуемой длине изоляции. [b] Конструкции с переменным вылетом ребра относятся, в основном, к категории изоляторов с открытым профилем. [c] Для районов, где ожидается быстрое загрязнение благодаря тайфунам или похожим событиям, открытый профиль соберет больше загрязнителей за короткий период, чем стандартный или противотуманный профиль, следовательно пригодность открытого профиля может быть снижена. [d] Тип загрязнения по [2].			

Таблица 3 — Пригодность профиля по сравнению со стандартным профилем, для фарфоровых и стеклянных изоляторов, имеющих то же самое изоляционное расстояние

Тип окружающей среды	Пригодность профиля	Стандартный профиль[a], все типы	Открытый профиль[b]		Противотуманный профиль, все типы
			Тарельчатый, длинностержневой изоляторы	Опорный/ полый изолятор	
Пустыня	++		●		
	+		□	●□	● (Вертикальное) □ (Оба)
	0	●□			●(Горизонтальное)
	-				
	- -				

Окончание таблицы 3

Тип окружающей среды	Пригодность профиля	Стандартный профиль[a], все типы	Открытый профиль[b]		Противотуманный профиль, все типы
			Тарельчатый, длинностержневой изоляторы	Опорный/ полый изолятор	
Морское побережье	++				● (Вертикальное) □ (Вертикальное)
	+		●[c]	●□	●(Горизонтальное) □(Горизонтальное)
	0	●□	●		
	-				
	- -				
Промышленный	++				
	+		●[c]		●(Вертикальное) □
	0	●□	□	●□	●(Горизонтальное)
	-				
	- -				
Сельскохозяйственный	++				
	+		●		●(Вертикальное)
	0	●	●	●	
	-				●(Горизонтальное)
	- -				
Внутриматериковый (легкое загрязнение)	++				
	+				
	0	●	●	●	●
	-				
	- -				

● Загрязнение типа А
□ Загрязнение типа В

[a] Стандартный профиль принимается как опорный «0» уровень. Это не делает стандартный профиль автоматически применимым во всех случаях, поскольку в некоторых случаях не удается обеспечить необходимую длину пути утечки при требуемой длине изоляции.

[b] Конструкции с переменным вылетом ребра относятся, в основном, к категории изоляторов с открытым профилем.

[c] Для районов, где ожидается быстрое загрязнение благодаря тайфунам или похожим событиям, открытый профиль соберет больше загрязнителей за короткий период, чем стандартный или противотуманный профиль, следовательно пригодность открытого профиля может быть снижена.

9.2 Переменный профиль ребер и их вылет

Классификация профиля ребер, являются ли они переменными или нет, основывается на различии в размерах вылета ребра, измеренного от тела изолятора к кромкам наибольших и наименьших ребер.

Вылет ребер не является важным параметром, если угол наклона ребра мал (< 5°) или очень большой (> 35°). Этот параметр используется для определения неизменности диаметров ребер по сравнению с диаметрами ребер с переменным профилем. Однако большие различия в размерах вылета ребер могут быть выгодны для вертикальных изоляторов в условиях обледенения, снега или сильного дождя

Неприменимо для тарельчатых или многореберных штыревых изоляторов.

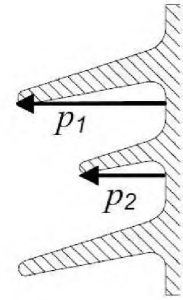


Рисунок 7 — Переменный профиль ребер

Таблица 4 — Классификация профиля ребра

Тип изолятора	Классификация профиля ребра	
	Постоянный	Переменный
Все изоляторы	$p_1 = p_2$ или $p_1 - p_2 < 15$ мм	$p_1 - p_2 \geq 15$ мм

9.3 Зависимость межреберного расстояния от вылета ребра

Зависимость межреберного расстояния от вылета ребра выражается отношением вертикального расстояния между двумя одинаковыми точками последовательных переменных ребер (межреберное расстояние) и максимальной величиной вылета ребра (s/p).

Этот параметр, так же как и параметры, описанные в п.п.9.5, 9.6 и 9.7, включает в себя межреберное расстояние и важен с точки зрения предотвращения сокращения длины пути утечки из-за дугового перекрытия между ребрами.

Неприменимо для тарельчатых или многореберных штыревых изоляторов.

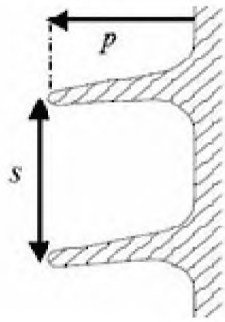


Рисунок 8а — Постоянный вылет ребер

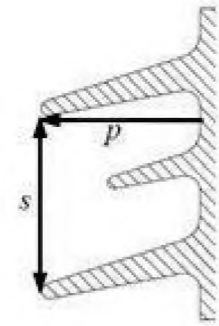


Рисунок 8б — Переменный вылет ребер

Рисунок 8 — Межреберное расстояние и вылет ребра

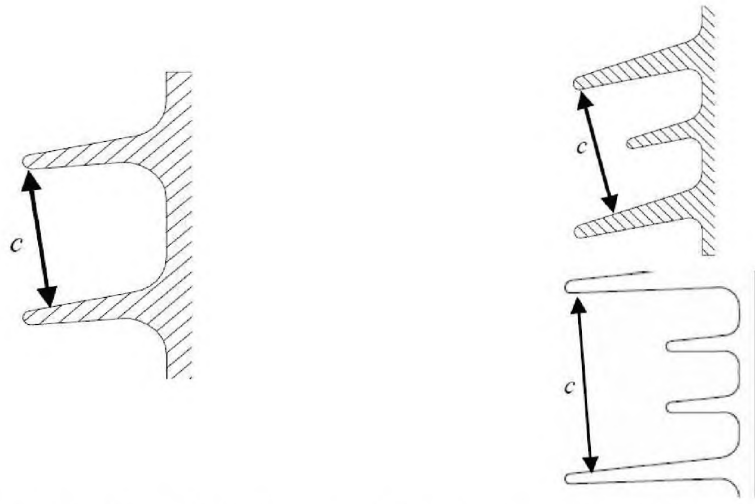


Рисунок 9 — Зависимость межреберного расстояния от вылета ребра(s/p)

9.4 Минимальное межреберное расстояние

Минимальное расстояние между ребрами является одной из наиболее важных характеристик для оценки профиля ребра изоляторов. Дуговые перекрытия между ребрами могут свести на нет любые усилия по улучшению характеристик изоляции за счет увеличения длины пути утечки.

Понятие межреберного расстояния не применимо к тарельчатым или к штыревым изоляторам.



c — минимальное расстояние между соседними ребрами одинакового диаметра, измеренное путем построения перпендикуляра от края нижней части верхнего ребра до следующего нижнего ребра такого же диаметра

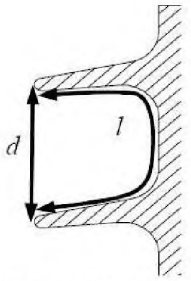
Рисунок 10 — Межреберное расстояние для разных профилей изоляторов



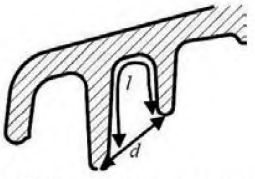
Рисунок 11 — Рекомендации по выбору межреберного расстояния

9.5 Длина пути утечки в зависимости от межреберного расстояния

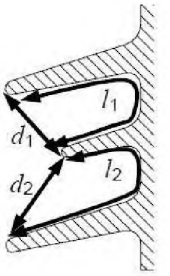
Длина пути утечки в зависимости от межреберного расстояния является более локализованной проверкой риска перекрытия дугой при образовании сухих поясов или неоднородной гидрофобности. Это также важно для того, чтобы избежать появления местных загрязнений в узких и глубоких канавках профиля.

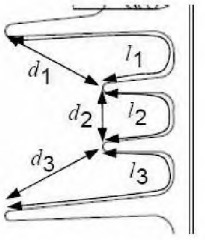


Простой профиль ребра



Профиль ребра тарельчатого изолятора





Переменный вылет ребра

d — кратчайшее расстояние по воздуху между двумя точками на изоляционной поверхности или между точкой на изоляционной поверхности и точкой на металлической части;
l — часть длины пути утечки, измеренная между двумя указанными выше точками;
l/d — наибольшее соотношение, найденное в любой секции

Рисунок 12 — Примеры определения отношения пути утечки к межреберному расстоянию



Рисунок 13 — Рекомендации по выбору оптимального соотношения длины пути утечки к межреберному расстоянию

9.6 Угол наклона ребра

Для более эффективного естественного отмывания поверхности изолятора применяются открытые профили ребер, при этом угол наклона ребра не должен ухудшить стекание воды с поверхности ребра.

Данное требование не применимо к штыревым изоляторам.

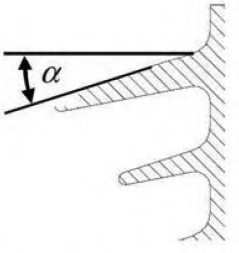


Рисунок 14а — Измерение угла наклона ребра α (измеряется в средней точке)



Рисунок 14б — Рекомендации по выбору угла наклона ребра

9.7 Коэффициент длины пути утечки

Коэффициент длины пути утечки определяется как отношение длины пути утечки изолятора к высоте изоляционной части

$K = l/A$,

где l — общая длина пути утечки изолятора;

A — высота изоляционной части.

При выполнении требований 9.1, 9.2 и 9.3 требования к коэффициенту длины пути утечки обычно обеспечиваются автоматически.



Рисунок 15 — Рекомендации по выбору коэффициента длины пути утечки

10 Поправки к базисной нормированной удельной длине пути утечки (БНУДПУ)

10.1 Вводное замечание

В случае применения поправок они должны использоваться для расчета НУДПУ, определенной после проведения анализа в соответствии с разделом 9. Все поправочные коэффициенты перемножаются следующим образом:

Значение НУДПУ с учетом поправок = БНУДПУ × K_a × K_{ad}

10.2 Поправка на высоту над уровнем моря K_a

Влияние высоты над уровнем моря на выдерживаемые импульсные напряжения значительно больше, чем на прочность загрязненной изоляции. В общем случае увеличение длины изоляции для обеспечения выдерживаемого импульсного напряжения при большой высоте над уровнем моря обеспечивает более чем достаточное увеличение длины пути утечки. Если, тем не менее, требуется коррекция, особенно для высоты над уровнем моря свыше 1500 м, где отсутствует практический опыт, могут использоваться поправки, описанные в [3].

10.3 Поправка к диаметру изолятора K_{ad}

Поправка к среднему диаметру длинностержневого, опорного и полого изоляторов Da проводится следующим образом:

K_{ad} = 1, когда средний диаметр Da меньше 300 мм;

K_{ad} = 0,0005 Da + 0,85, когда $Da \geq 300$ мм.

Средний диаметр Da определяется как

$$D_a = \frac{\int_0^l D(X)dx}{l}, \quad (1)$$

где $D(X)$ — значение диаметра на расстоянии от электрода X вдоль пути по длине утечки;

l — общая номинальная длина пути утечки изолятора.

Эта формула может быть аппроксимирована следующим простым выражением:

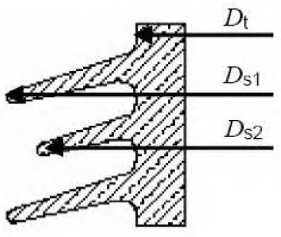
$$Da = (2Dt + Ds1 + Ds2)/4 \quad (2)$$

при постоянном вылете ребра $Ds1 = Ds2$.

При переменном вылете ребра следует добавить каждый наибольший диаметр к числителю и добавить 2 к знаменателю.

В спорных ситуациях или при наличии сомнений эту аппроксимацию не следует использовать.

Примечание — Эта корректировка должна приниматься во внимание как при снижении выдерживаемого напряжения, так и при уменьшении скопления загрязнения на изоляторах большого диаметра. Пунктирная линия на рисунке 16 показывает эквивалентную поправку без учета влияния уменьшенного скопления загрязнения, например, для испытаний при искусственном загрязнении.



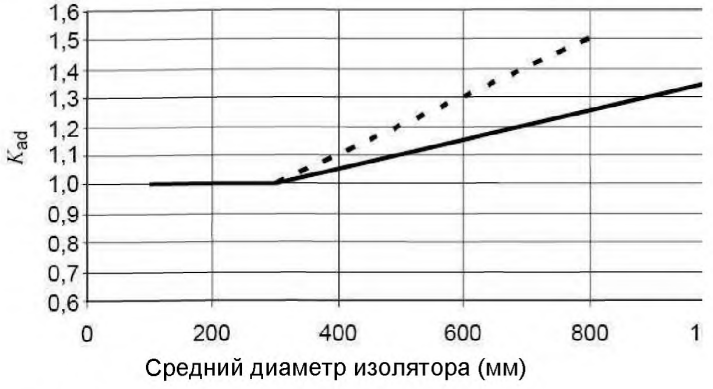


Рисунок 16 — K_{ad} в зависимости от диаметра изолятора

11 Определение требуемой минимальной номинальной длины пути утечки

Как только базисная нормированная удельная длина пути утечки (БНУДПУ) скорректирована в соответствии с разделом 10, окончательная минимальная длина пути утечки предлагаемого изолятора определяется путем округления до ближайшего значения длины пути утечки, возможного для этого типа изолятора в пределах ограничений (системных, размерных и т.п.)

Пример расчета предлагаемого тарельчатого изолятора с НУДПУ, равной 36,5 мм/кВ.

Наибольшее фазное напряжение системы составляет 228 кВ. Следовательно, требуемая минимальная длина пути утечки будет 228 кВ × 36,5 мм = 8322 мм. Длина пути утечки каждого тарельчатого изолятора составляет 380 мм, что потребует 21,9 штук изоляторов в гирлянде. Следовательно, окончательная минимальная длина пути утечки составит 22 × 380 мм = 8360 мм.

12 Подтверждение путем проведения испытаний

12.1 Вводное замечание

Общие принципы лабораторных испытаний для выбора изоляторов и их размеров описаны в [1]. Лабораторные испытания конкретизируют длительное выдерживаемое напряжение и уровень выдерживаемого напряжения при требуемой степени загрязнения.

12.2 Определение длительного выдерживаемого напряжения

Длительное выдерживаемое напряжение, при котором проводятся лабораторные испытания, равно максимальному рабочему напряжению переменного тока, которое может появиться на изоляторе в эксплуатации.

Примечание — Для систем, где возникают длительные квазиустановившиеся напряжения, например, в системах с неотключенным коротким замыканием на землю, при выборе длительного выдерживаемого напряжения необходимо учитывать уровень ожидаемого квазиустановившегося напряжения.

Испытания могут проводиться на более коротких секциях изолятора при следующих условиях:

- должно быть установлено длительное выдерживаемое напряжение для создания, по крайней мере, того же градиента напряжения на единицу изоляционной длины изолятора;
- Изолятор, собранный из многих элементов, должен испытываться как комплект, включающий более одного элемента.
- Гирлянды из тарельчатых изоляторов должны включать, по крайней мере, 3 изолятора.

Примечание — Изоляционная длина — это кратчайшее расстояние между точкой крепления металлической арматуры, находящейся под напряжением, и точкой крепления заземленной металлической арматуры, игнорируя присутствие любой экранной тороидальной арматуры, но включая промежуточные металлические части вдоль длины изолятора.

12.3 Выбор типа стандартных испытаний загрязненной изоляции выдерживаемым напряжением

Метод испытаний должен выбираться исходя из типа загрязнений на месте эксплуатации, типа изолятора и вида воздействующего напряжения.

Испытания, указанные в [2], непосредственно применимы для керамических и стеклянных изоляторов для систем переменного тока.

Как правило, испытание с предварительным нанесением твердых загрязнителей рекомендуется проводить для загрязнения типа А, испытание соленым туманом — для загрязнения типа В.

Уровень выдерживаемого напряжения для требуемой степени загрязнения относительно условий на месте эксплуатации зависит:

- является ли используемый метод испытания репрезентативным для предполагаемой окружающей среды;
- от ограничений, задаваемых аппроксимацией, и ограничений, присущих выбранному методу лабораторных испытаний.

Может возникнуть необходимость в использовании нестандартных методов испытаний загрязненной изоляции или методов испытаний по требованию заказчика, если интересующий район эксплуатации не может быть адекватно представлен стандартными лабораторными методами испытаний. Более подробную информацию по таким методам см. в [1].

12.4 Параметры искусственного загрязнения

Выдерживаемое напряжение при испытании изоляции с данной степенью загрязнения служит критерием, характеризующим поведение изоляции при воздействии на нее наибольшего напряжения оборудования.

Степень загрязнения, необходимая для оценки при использовании детерминистского метода, или экспериментальные данные, необходимые при использовании статистического метода, представлена в таблице 5.

12.5 Критерии оценки результатов испытаний

Изоляторы, которые проходят испытания выдерживаемым напряжением при требуемой степени загрязнения или выше, считаются правильно сконструированными для предусмотренного применения и условий эксплуатации.

Таблица 5 — Параметры искусственного загрязнения при лабораторных испытаниях

<table>
<tr><th>Испытание</th><th>Детерминистский метод
Стандартное испытание выдерживаемым напряжением</th><th>Статистический метод</th></tr>
<tr><td>Испытания при предварительном нанесении слоя загрязнения</td><td>А. Проводятся испытания нестандартными выдерживаемыми напряжениями при значениях ЭПСО и ПНО, соответствующих месту эксплуатации. Тем самым проводится квалификация оборудования для определенного места эксплуатации.
Б. (предпочтительно):
Проводятся испытания стандартными выдерживаемыми напряжениями при значениях ПСО, выбранных из ниже приведенного перечня (см. примечание 1), взяв первое значение выше, чем величина ЭПСО на месте эксплуатации.
Для следующих параметров, которые имеют установленное и количественное влияние на характеристики, степень загрязнения при испытании может быть задано следующим образом:
ПНО: Если ПНО на месте эксплуатации выше 0,1 мг/см^2 — повысить ПСО при испытании, используя следующие ступени:
<table>
<tr><td>0,1 < ПНО ≤ 0,2 (мг/см^2)</td><td>0,1 < ПНО ≤ 0,4 (мг/см^2)</td><td>0,1 < ПНО ≤ 0,8 (мг/см^2)</td></tr>
<tr><td>1 ступень ПСО</td><td>2 ступень ПСО</td><td>3 ступень ПСО</td></tr>
</table>
Если ПНО оказывается выше 0,8 мг/см^2, тогда провести нестандартное испытание при измеренном ПНО.
Диаметр: Для изоляторов со средним диаметром более 400 мм уменьшить испытательное ПСО на одну ступень.
Это квалификация оборудования для класса СЗЭ.
Альтернативно, величина ПСО для лабораторных испытаний может быть более точно определена по значению ЭПСО на месте эксплуатации при использовании правил, приведенных в приложении F [1].
В других случаях рекомендуется получать информацию, приведенную в [2], [3], по влиянию типа солей, увлажнения и т.д., чтобы определить соответствующие параметры слоя твердых отложений при испытании для репрезентативного нестандартного испытания</td><td>Определяется кривая U_{50} по результатам испытаний, по крайней мере, при двух значениях ЭПСО или СЗЭ.

Используются параметры кривой при статистическом анализе, чтобы проверить требуемый риск появления дугового перекрытия</td></tr>
<tr><td>Испытания в соляном тумане</td><td>Проводятся стандартные испытания выдерживаемым напряжением при величине солености, выбранной из нижеуказанного перечня (см. примечание 2), взяв первую величину выше ЭС.
Альтернативно, величина солености для лабораторных испытаний может быть более точно определена по значению ЭС на месте эксплуатации при использовании правил, приведенных в приложении F [1].</td><td>Определяют кривую U_{50} или выдерживаемого напряжения, по крайней мере, при двух значениях ЭПСО или СЗЭ.
Используются параметры кривых при статистическом анализе, чтобы проверить требуемый риск появления дугового перекрытия</td></tr>
<tr><td colspan="3">Примечание 1 — Стандартные значения ПСО: 0,0124 — 0,0176 — 0,025 — 0,0353 — 0,05 — 0,0705 — 0,1 — 0,141 — 0,20 — 0,4 — 0,8 — 1,0 — 1; 41, 2,0 … (мг/см^2).
Примечание 2 — Стандартные величины солености: 2,5 — 3,5 — 5 — 7 — 10 — 14 — 20 — 28 — 40 — 56 — 80 — 112 — 160 — 224 (кг/м^3).</td></tr>
</table>

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст положений IEC /TS 60815-2:2008, которые применены в настоящем стандарте с изменением их содержания для учета технических особенностей объекта стандартизации, принятых в Российской Федерации

Публикация МЭК/TS 60815-2:2008, которая является техническими требованиями, применима для выбора керамических и стеклянных изоляторов для систем переменного тока и определения их размеров для использования в системах высокого напряжения в условиях загрязнения.

Эта часть публикации МЭК/TS 60815-2 дает специальные указания и правила для того, чтобы принять аргументированное решение о возможном поведении данного изолятора в условиях определенного загрязнения.

Основа структуры и подхода данной части МЭК 60815-2 полностью описана в МЭК/TS 60815-1.

Цель этих технических требований состоит в том, чтобы дать пользователю средства для:

- определения БНУДПУ, исходя из класса СЗЭ в данном районе эксплуатации;
- оценки пригодности различных профилей изолятора;
- определения необходимой НУДПУ путем применения поправочных коэффициентов для формы размера, положения изолятора и т.д. относительно БНУДПУ;
- если требуется, определения соответствующих методов испытания и параметров для проверки характеристики выбранных изоляторов.

Примечание — Приложение содержит оригинальный текст пункта 1 МЭК 60815-2:2008.

Приложение ДБ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных межгосударственных стандартов международным стандартам, использованных в качестве ссылочных в примененном международном стандарте

Таблица ДБ.1

Обозначение ссылочного межгосударственного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование ссылочного международного стандарта
ГОСТ 27744—88	NEQ	IEC 60050-471:1984 «Международный электротехнический словарь. Глава 471: Изоляторы»
ГОСТ 10390—86	NEQ	IEC 60507:1975 «Изоляторы высокого напряжения керамические и стеклянные, используемые в системах переменного тока. Методы испытаний в условиях искусственного загрязнения»
ГОСТ 9920—89	NEQ	IEC/TR 60815:1986 «Изоляторы для работы в условиях загрязнения. Руководство по выбору»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: - NEQ — неэквивалентные стандарты.		

Библиография

[1] IEC /TS 60815-1 — Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions (Выбор и определение размеров изоляторов высокого напряжения, предназначенных для использования в условиях загрязнения. Часть 1. Определения, информация и основные принципы)

[2] МЭК 60507 2013-12 — Artificial tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems (Изоляторы высокого напряжения переменного тока. Методы испытаний в условиях искусственного загрязнения)

[3] МЭК 60050-604—1987 — IEC 60050-604:1987 International Electrotechnical Vocabulary. Part 604: Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity — peration (Международный Электротехнический Словарь — Часть 604: Производство, передача и распределение электрической энергии — Эксплуатация)

[4] СИГРЭ РГ С4.303 — Внешняя изоляция в условиях загрязнения: Руководство по выбору изоляторов и их размеров — Часть 1: Общие правила для систем переменного тока. Техническая брошюра СИГРЭ № 361-2008

[5] Доклад СИГРЭ 33.13.07 — Влияние льда и снега на разрядные характеристики внешней изоляции — Часть 1: Влияние льда, ЭЛЕКТРА № 187, декабрь 1999 и Часть 2: Влияние снега, ЭЛЕКТРА № 188, февраль 2000

[6] Доклад СИГРЭ 33.04.03 — Контроль загрязненных изоляторов, Электра 152, февраль 1994

[7] СТО 56947007-29.240.059—2010 — Инструкция по выбору изоляции электроустановок

[8] СТО 56947007-29.240.068—2011 — Длина пути утечки внешней изоляции электроустановок переменного тока классов напряжения 6-750 кВ

[9] СТО 56947007-29.240.144—2013 — Электрооборудование на напряжение свыше 3кВ. Методы испытаний внешней изоляции в загрязненном состоянии

[10] ПУЭ — Правила устройства электроустановок

УДК 621.3.048.027.4:621.317.333.6:006.354 ОКС 29.080.10 ОКП 34 9410

Ключевые слова: загрязнения, показатель загрязнения, длина пути утечки, удельная длина пути утечки, коэффициент формы, высота, детерминистский и статистический методы

Редактор *Т.Н. Кустова*
Корректор *Л.В. Коретникова*
Компьютерная верстка *Е.И. Мосур*

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84 1/8.
Усл. печ. л. 2,79. Тираж 35 экз. Зак. 318.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru