ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 56737— 2015 (IEC/TS 60815-3:2008)

ИЗОЛЯТОРЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ РАБОТЫ В ЗАГРЯЗНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

ВЫБОР И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ

Часть 3

Полимерные изоляторы для систем переменного тока

(IEC/TS 60815-3:2008, 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. № 1904-ст

4 Настоящий стандарт является модифицированным по отношению к международному документу IEC/TS 60815-3 (2008) «Изоляторы высокого напряжения для работы в загрязненных условиях. Выбор и определение размеров. Часть 3. Полимерные изоляторы для систем переменного тока» (IEC/TS 60815-3:2008 «Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions — Part 3: Polymer 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 (www.gost.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 3

Полимерные изоляторы для систем переменного тока

Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions.
Part 3. Polymer insulators for a.c. systems

Дата введения — 2016—08—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает указания и правила, применяемые при выборе, а также определении основных размеров полимерных изоляторов, предназначенных для использования в системах высокого напряжения в условиях загрязнения, в том числе 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, применения специальных разнонаправленных сборников загрязнения.

Основные правила и принципы выбора и определения основных размеров изоляторов, предназначенных для использования в системах высокого напряжения в условиях загрязнения, рекомендованы документами [8], [9], [10], [11], а рекомендации по профилям (конфигурации) изоляторов различного исполнения с учетом их диаметра вылета ребер и расстояний между ребрами, применения 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 Д.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на межгосударственный стандарт:
ГОСТ 27744—88 Изоляторы. Термины и определения

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.

Издание официальное

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:

3.1.1 **нормированная удельная длина пути утечки НУДПУ:** Длина пути утечки изолятора, поделенная на действующее значение наибольшего рабочего фазного напряжения.

Примечание — Обычно выражается в мм/кВ и рассматривается как минимальное значение.

3.1.2 **базисная нормированная удельная длина пути утечки БНУДПУ:** Исходная величи-на 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;
МПГ — материалы, передающие гидрофобность;
ПНО — плотность нерастворимых отложений;
ПСО — плотность солевых отложений;
ЭС — эквивалентная соленость на месте эксплуатации;
ОБР — области безопасной работы;
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:

- определение соответствующего подхода 1, 2 или 3 как функции доступной информации, времени и ресурсов;
- выбор необходимых исходных данных, особенно напряжения системы, типа применяемого изолятора (линейный, опорный, проходной и т.п.);
- сбор необходимых экологических данных, особенно степени загрязнения в районе эксплуатации и класс 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 полимерного изолятора, пригодного для данных условий окружающей среды;
- определить величину базисной БНУДПУ для типов изоляторов и материалов, используя показатели данных технических требований, или данные эксплуатации, либо данные испытательной станции, в случае применения подхода 1 (см. раздел 7);
- выбрать пригодные профили ребер для типа окружающей среды (см. 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 (см. разделы 10 и 11) ;
- проверить, что вероятные типы изоляторов соответствуют требованиям для другой системы и линии, которые даны в таблице 2 документа [1] (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 базисной нормированной удельной длины пути утечки БНУДПУ будет выполнено с меньшей точностью.

5 Материалы

5.1 Общая информация относительно материалов полимерных оболочек

Современная практика состоит в использовании оболочек изделий, произведенных из нескольких базисных полимеров, например из силиконовых смол на основе диметил силоксана, сшитых полиэтиленов, таких как этилен-пропиленовый каучук EPDM, или поликристаллиновых этилен сополимеров, таких как сополимер этилена и винилацетата EVA, или твердых сильно сшитых эпоксидных смол на основе циклоалифатических компонентов.

Ни один из этих полимеров не даст удовлетворительных результатов при работе в окружающей среде без сложных присадок, улучшающих их характеристики. Обычно такие присадки включают составляющие, снижающие трекинг диэлектриков, обеспечивающие УФ экранирование и стабильность, антиоксиданты, ионные акцепторы и т.п. Для всех типов материалов базисный материал, присадки, и даже их технология могут оказать существенное влияние на характеристики материала.

Некоторые полимерные изоляторы могут содержать больше загрязнений, по сравнению с керамическими и стеклянными изоляторами, из-за свойств их поверхности.

Полимерные материалы, которые обладают гидрофобностью и способностью передавать гидрофобность слоям загрязнения, отмечаются в их технических характеристиках как МПГ, материалы не обладающие свойством передачи гидрофобности определяются как не передающие гидрофобность — не МПГ. В некоторых случаях гидрофобность может утрачиваться (см. 5.2) временно или постоянно.

5.2 Определенные проблемы, касающиеся материалов полимерных оболочек в условиях загрязнения

5.2.1 Сокращение длины пути утечки

Полимерные изоляторы обладают определенными преимуществами по сравнению с керамическими и стеклянными изоляторами благодаря их форме и материалу. К преимуществам относится более высокая электрическая прочность при загрязнении, по сравнению с подобными керамическими или стеклянными изоляторами с равной длиной пути утечки, это преимущество еще сильнее проявляется за счет использования свойств гидрофобности материала. В принципе, в основном, благодаря более высокой прочности загрязненной изоляции, исходя из условий перекрытия, могут использоваться полимерные изоляторы со сниженной длиной пути утечки. Однако, по сравнению с традиционными изоляционными материалами, полимерные материалы более чувствительны к деградации, влиянию окружающей среды, электрических полей и воздействию электрической дуги, что может, при определенных условиях, ухудшать изоляционные характеристики загрязненной изоляции или уменьшать срок ее службы.

Приложение А дает более подробную информацию об этих влияющих факторах, включая следующие моменты:

- сниженная длина пути утечки, в определенных условиях эксплуатации, может вызвать увеличение активности разрядных процессов, и свести на нет любое преимущество загрязненной полимерной изоляции, вплоть до полной потери ею гидрофобности, что может привести в некоторых случаях к перекрытию или деградации изоляции;
- и наоборот, риск изменения характеристик материала или деградации из-за местной активности дуговых разрядов может возрасти при чрезмерно большой длине пути утечки.

Можно отметить еще и следующие важные моменты:

- при высоких напряжениях обычно необходимо использование тороидальных экранов, и точная величина напряжения, при которой использование экранов становится необходимым, зависит от конструкции и материалов;
- на некоторых поверхностях полимерных изоляторов может осаждаться больше загрязнений, что ухудшает их характеристики при загрязнениях, и может привести к потере преимуществ перед загрязненными стеклянными и фарфоровыми изоляторами;
- некоторые полимерные материалы страдают от грибковых наростов, что влияет на их гидрофобность;
- материалы со свойством передачи гидрофобности обычно обладают меньшей зависимостью их характеристик от диаметра изолятора и плотности воздуха, такой эффект может возрастать, если поверхность становится гидрофильной.

Поэтому во многих случаях желательно ориентироваться на улучшенные характеристики изоляции в условиях загрязнения и избегать проблем деградации и перекрытия, используя такие же длины пути утечки, которые рекомендуются для фарфоровых и стеклянных изоляторов.

Тем не менее, использование сокращенной длины пути утечки может быть рекомендовано в определенных обстоятельствах. Эти обстоятельства не могут быть точно определены, так как они

зависят от большого числа факторов. Однако ниже приведены некоторые общие примеры тех условий, при которых может быть допущено использование сокращенной длины пути утечки. Важно подчеркнуть, что когда это возможно, решение об использовании сокращенной длины пути утечки должно обсуждаться и приниматься всеми заинтересованными сторонами.

Эти примеры включают:

- случаи с убедительными доказательствами данных опыта эксплуатации, данных испытательных станций или исторических данных для такой же конструкции, материалов и напряженности электрического поля;
- случаи с преобладающим загрязнением типа А, с отсутствием риска появления чрезвычайных ситуаций (увлажнение или отложение загрязнений);
- отсутствие частых или ежедневных циклических увлажнений или других внешних факторов, способных задержать или ограничить явление передачи гидрофобности;
- материал со свойством передачи гидрофобности имеет устойчивую характеристику сохранения и восстановления свойств;
- предусматривается регулярная проверка, обслуживание, мойка или очистка изоляции;
- предусматривается краткий срок службы (внеплановая работа, временные линии);
- нет другого возможного решения из-за ограничений по габаритам;
- профиль изоляции хорошо согласуется с разделом 9 настоящих технических требований.

5.2.2 Сильные загрязнения

В определенных условиях чрезвычайного загрязнения может быть рекомендовано увеличение длины пути утечки полимерных изоляторов выше значений, обусловленных данными техническими требованиями, чтобы избежать повреждений поверхности оболочки постоянным или частыми локализованным разрядными процессами.

Важно помнить, что увеличение длины пути утечки при использовании профиля, который обеспечивает большую длину пути утечки на единицу длины изолятора, может быть пагубным, так как это может увеличить риск появления локального дугообразования (см. приложение А).

6 Определение степени загрязнения на месте эксплуатации

В целях стандартизации, 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 определяется, используя ссылки на стандартный стеклянный или фарфоровый изоляторы, и применяется для определения базовой удельной длины пути утечки полимерных изоляторов.

Примечание — Полимерные изоляторы не рекомендуется использовать для определения степени загрязнения. Как указано в разделе 5, полимерные изоляторы могут иметь различные характеристики накопления и самоочистки слоя загрязнения по сравнению со стеклянными или керамическими изоляторами. Более того, некоторые полимерные материалы могут иметь поверхностные выступы и шероховатости, которые могут в дальнейшем влиять на кратковременное или длительное отложение загрязнений.

7 Определение БНУДПУ

На рисунке 1 показана связь между классом СЗЭ и БУУДПУ для полимерных изоляторов обычного исполнения (см. 5.2). Затемненные прямоугольники означают предпочтительные величины 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.

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.



Рисунок 1 — БНУДПУ в функции от класса СЗЭ

8 Общие рекомендации для выбора профиля ребер полимерных изоляторов

В общем случае профили ребер полимерных изоляторов проще, чем профили ребер стеклянных или фарфоровых изоляторов, и большинство из них может быть классифицировано как открытые профили (см. рисунок 2). Как правило, угол наклона ребра меньше 200, и угол наклона под ребром такой же или меньше. У них нет глубоких канавок под ребром. Они обычно пригодны для всех условий загрязнения окружающей среды, для типов А и В, при вертикальной и горизонтальной ориентации. Эти профили предпочтительны в тех местах, где загрязнение осаждается на изолятор ветром, таких как пустыни, сильно загрязненные промышленные зоны или на побережье. Они особенно эффективны в климатических условиях, которые характеризуются продолжительными засушливыми периодами. Открытые профили обладают хорошими самоочищающими свойствами и легче очищаются, если это требуется.



Рисунок 2a — Полимерные длинностержневой, опорный и полый изоляторы



Рисунок 2b — Полимерные опорный и полый изоляторы

Рисунок 2 — Типичные «открытые» профили ребер

Более крутой наклон ребра, также как и канавки под ним, приводят к снижению самоочищения (см. рисунки 3 и 4). Следовательно, эти профили наиболее приспособлены к работе в условиях загрязнения типа В.



Рисунок 3 — Типичный профиль с крутым наклоном ребра

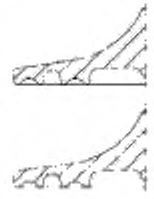


Рисунок 4 — Типичный профиль с мелкими канавками под ребром

Профиль с глубокими канавками под ребром (см. рисунок 5) обеспечивает дополнительное увеличение длины пути утечки и является предпочтительным в областях с загрязнением типа В, таких как соленый туман или распыление, и при этом не сокращается расстояние между ребрами. Канавки под ребрами в общем случае не подходят для районов с загрязнениями типа А или для районов с длительными засушливыми периодами.

Профиль с переменным вылетом ребра (см. рисунок 6) обеспечивает увеличение длины пути утечки на единицу длины изолятора и при этом имеет удовлетворительные характеристики при увлажнении и неплохие самоочищающие свойства. В рамках этих технических требований изолятор с переменным вылетом ребра характеризуется как конструкция с минимальным различием в размерах вылета ребра, выражаемой или в процентах для изоляторов малого диаметра или, по меньшей мере, различием в 15 мм для изоляторов большого диаметра, как, например, в опорных и полых изоляторах (см. 9.1).

Примечание — Различие в размерах вылета ребра менее критично для разрядных характеристик полимерных изоляторов под дождем, чем для стеклянных или фарфоровых изоляторов, особенно для изоляторов меньшего диаметра, для которых соотношение *s/p* является более приемлемым. Однако для изоляторов большой длины, для систем напряжением 300 кВ и выше малая величина вылета ребра может оказывать значительное влияние на электрическую прочность изоляторов под дождем при воздействии напряжения промышленной частоты и коммутационных импульсов.

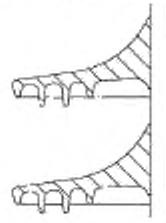


Рисунок 5 — Типичный профиль с глубокими канавками под ребром



Рисунок 6 — Типичный профиль с переменным вылетом ребра

9 Проверка параметров профиля ребра

9.1 Общие замечания

Параметры профилей ребер важны для того, чтобы исключить межреберное перекрытие при дожде, содействовать самоочищению, предотвращению накопления загрязнений и регулированию локальной напряженности электрического поля. 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 величину 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 (раздел 12).

Примечание — Рисунки в следующих подпунктах предназначены исключительно для иллюстрации значений параметров, используемых для определения параметров профиля ребер. Они не предназначены для указания оптимальной формы профиля ребер или формы изолятора, которые фактически используются.

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.

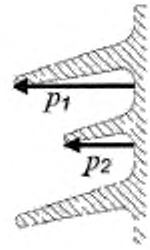


Рисунок 7 — Переменный профиль ребер

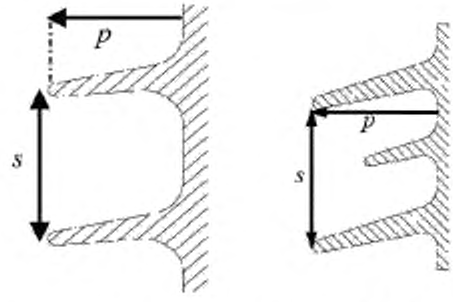
Таблица 1

Тип изолятора	Классификация профиля ребра	
	Постоянный	Переменный
Вертикальные изоляторы с наибольшим диаметром в поперечном сечении > 200 мм	$p_1 = p_2$ или $p_1 - p_2 < 15$ мм	$p_1 - p_2 \geq 15$ мм
Изоляторы вертикального и иного расположения с наибольшим диаметром в поперечном сечении > 200 мм	$p_1 = p_2$ или $p_1 - p_2 < 0{,}18\ p_1$ мм	$p_1 - p_2 \geq 0{,}18\ p_1$ 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 9.4, 9.5 и 9.6, включает в себя межреберное расстояние и важен с точки зрения предотвращения сокращения длины пути утечки из-за дугового перекрытия между ребрами.



Постоянный вылет ребра — Переменный вылет ребра

Рисунок 8 — Межреберное расстояние для разных профилей изоляторов

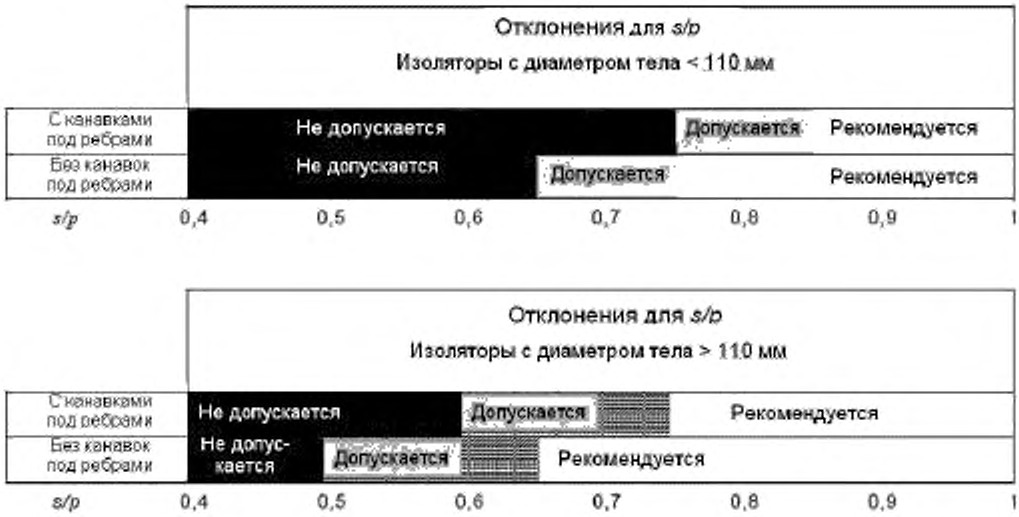
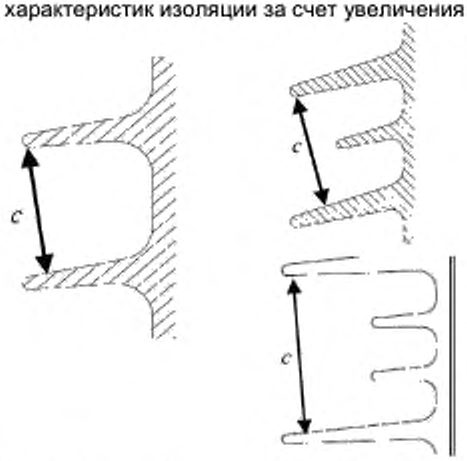


Рисунок 9 — Рекомендации по выбору отношения межреберного расстояния к вылету ребра

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.



Постоянный вылет ребра — Переменный вылет ребра

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 разных типов изоляторов

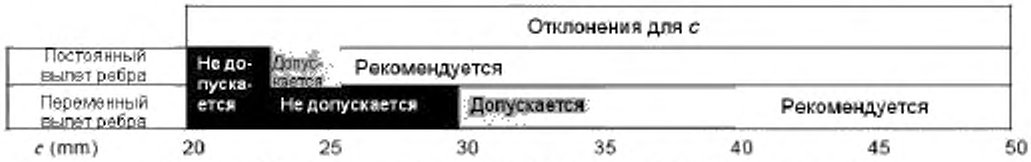
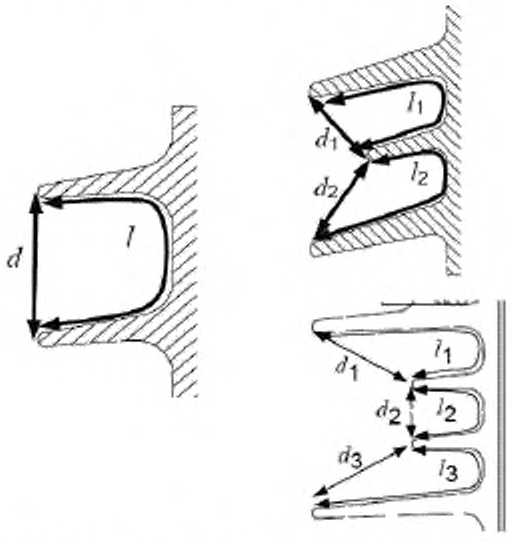


Рисунок 11 — Рекомендации по выбору межреберного расстояния

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 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

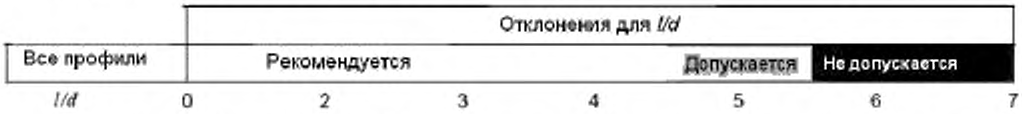


Рисунок 13 — Рекомендации по выбору оптимального соотношения длины пути утечки к межреберному расстоянию

9.6 Угол наклона ребра

Для ребер с закруглениями угол α измеряется в средней точке.

Открытые профили применяются для более эффективного естественного отмывания поверхности изолятора, при условии, что угол наклона ребра не настолько мал, чтобы ухудшить стекание воды.

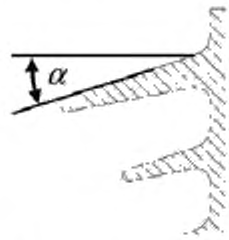


Рисунок 14 — Измерение угла наклона ребра α (измеряется в средней точке)

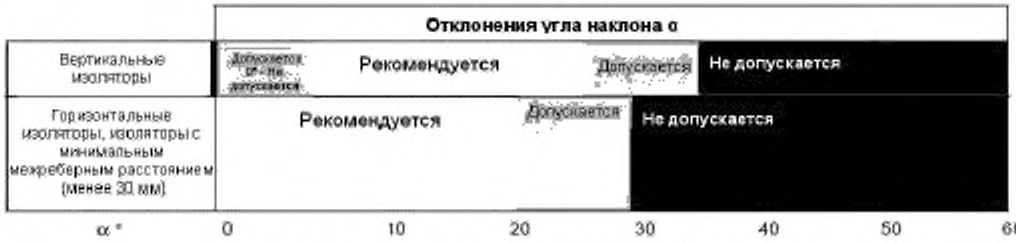


Рисунок 15 — Рекомендации по выбору угла наклона ребра

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.

Коэффициент длины пути утечки является показателем плотности длины пути утечки. Если требования 9.2, 9.3 и 9.4 выполняются, то требования к коэффициенту длины пути утечки обычно обеспечиваются автоматически.



Рисунок 16 — Рекомендации по выбору коэффициента длины пути утечки

10 Поправки к БНУДПИ

10.1 Вводное замечание

В случае применения поправок они должны использоваться для расчета НУДПУ, определенной после проведения анализа в соответствии с разделом 9.

10.2 Поправки к диаметру изолятора K_{ad}

Поправка к среднему диаметру изолятора D_a проводится следующим образом:

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

K_{ad} следует выбирать по приведенному ниже рисунку, когда средний диаметр Da равен или больше 300 мм, где

$$D_a = (2D_t + D_{s1} + D_{s2})/4$$

при постоянном вылете ребра $Ds1 = Ds2$.

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

Эта поправка может быть упрощена в определенных условиях, как описано в 5.2 для укороченной длины пути утечки. Это отражено ниже на рисунке 17 в виде различных кривых для материалов, передающих гидрофобность МПГ, материалов, не передающих гидрофобность МНПГ и для промежуточных случаев материалов с возможной временной потерей свойств гидрофобности.

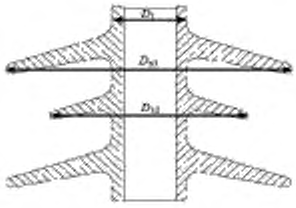


Рисунок 17а — Иллюстрация параметров D_t, D_{s1} и D_{s2}

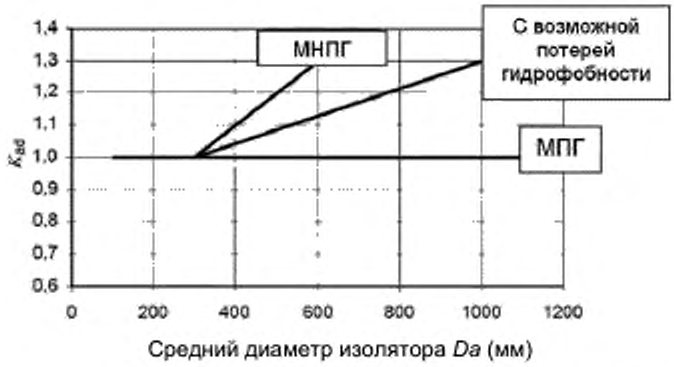


Рисунок 17*b* — K_{ad} в зависимости от среднего диаметра изолятора

Рисунок 17 — K_{ad} в зависимости от среднего диаметра изолятора и иллюстрация параметров

11 Определение окончательной величины минимальной длины пути утечки

Как только 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.).

Если рассуждения по 5.2 и разделу 7 в отношении МПГ справедливы, то НУДПУ снижается на один класс загрязнения.

Для степени загрязнения классов «d» и «e» получение необходимой БНУДПУ, за счет применения профиля ребер, позволяющего увеличить длину пути утечки, может привести к проблемам деградации изоляции (см. 5.2.2 и приложение А), в особенности, если изменение профиля ребра изолятора приводит к негативным последствиям (например, сокращение межреберного расстояния приводит к ухудшению способности ребер к самоочистке и увеличению локальной напряженности поля).

12 Подтверждение путем проведения испытаний

В действующих публикациях МЭК отсутствуют методы испытаний полимерных изоляторов. В настоящее время нет точной информации и в [4], хотя планируется дальнейшая работа в этом направлении. В отсутствии рекомендованных методов испытаний полимерной изоляции испытания могут проводиться по согласованию между потребителем и изготовителем, принимая во внимание следующие обстоятельства:

- при испытаниях с использованием твердых загрязнений (обычно представленными загрязнениями типа А), для испытания изоляторов с ПМГ свойствами могут потребоваться исследования изоляторов, изготовленных из материалов как с гидрофобными, так и гидрофильными свойствами;
- измерение плотности солевых отложения (ПСО) может быть проблематичным для изоляторов с ПМГ свойствами;
- обработка изоляторов, обеспечивающая испытания твердыми загрязнениями, может повлиять на гидрофобность материала;
- при испытаниях в условиях соляного тумана (обычно выполняемых при загрязнениях типа В) стандартные процедуры подготовки условий проведения испытаний могут временно нарушать гидрофобность;
- испытания по определению выдерживаемого напряжения, когда происходят перекрытия, могут также нарушать гидрофобность, например, при использовании метода испытаний «вверх-вниз».

Приложение А
(справочное)

Общая информация о деградации полимерных материалов, вызванной загрязнениями

Как сказано в 5.1 материал оболочки и конструкция изолятора могут быть решающими факторами для успешного использования полимерных изоляторов в условиях загрязнения, в особенности, учитывая их длительно сохраняемые значения выдерживаемых напряжений при загрязнениях, стабильность гидрофобности, устойчивость к старению. Более высокие характеристики загрязненных полимерных изоляторов, по сравнению с обычными изоляторами, проявляются в условиях определенной окружающей среды благодаря нескольким факторам:

- меньший средний диаметр, особенно у подвесных изоляторов;
- более тонкий, более открытый профиль вследствие меньшей толщины материала;
- различные физические характеристики материала обеспечивают сниженную тепловую инерцию (меньшую смачиваемость в процессе осаждения росы и тумана) разную способность к накоплению загрязнения и распространению дугового перекрытия;
- гидрофобные поверхности, которые снижают поверхностную проводимость и развитие тока утечки.

Ввиду отсутствия опыта применения гидрофобных материалов для оболочек полимерных изоляторов и неопределенности в части длительного сохранения ими гидрофобных свойств, для всех типов полимерных изоляторов используется линейный принцип определения длины пути утечки, данный в технических требованиях МЭК/ТТ 60815:1988. Это правило проектирования успешно применялось к более чем девяносто пяти процентам, установленных к настоящему времени полимерных изоляторов. Опыт эксплуатации полимерных изоляторов, полученный более чем за 25 лет, подтверждает применимость этого метода в большинстве случаев. Ни перекрытия загрязненной изоляции, ни повреждения поверхности оболочки в результате трекинга или эрозии не оказывают влияния на срок службы изоляторов.

В общем случае, долгосрочные характеристики полимерных изоляторов зависят от средних и локальных значений напряженности электрического поля, длительность воздействия поля и место расположения локальных напряженностей зависят от уровня степени загрязнения поверхности, увлажнения, потери и восстановления гидрофобности, и от профиля изолятора. Если напряженности поля достигают критического уровня, это может вызвать или перекрытие изоляции (если длина пути утечки слишком мала) или локальные участки эрозии или трекинга. Для данных условий окружающей среды и приложенного напряжения, в зависимости от величины длины пути утечки, изоляция может находиться в следующих состояниях:

- полная длина утечки слишком мала: возникают быстро перемежающиеся частичные дужки, приводящие к перекрытию;
- большая длина пути утечки: в экстремальных случаях возникают быстро перемежающиеся частичные дужки, не приводящие к перекрытию, однако устойчивые дужки создают условия для деградации материала;
- полная длина пути утечки достаточна: дужек нет, либо они невелики, нет перекрытия изоляции и ее деградации;
- слишком большая длина пути утечки при короткой изоляции: возникают локализованные устойчивые дужки, приводящие к деградации;
- очень большая длина пути утечки (по отношению к условиям работы изоляции): редкие локализованные дужки, отсутствие деградации изоляции.

Рисунок А.1 иллюстрирует сказанное об общем состоянии полимерного изолятора фиксированной длины при изменяющейся НУДПУ и в зависимости от степени загрязнения (комбинации степени загрязнения и климатических условий, выраженной через поверхностную проводимость (Ks), ЭПСО плюс увлажнение или другие переменные факторы). Показаны области, в которых риск перекрытия или деградация изоляции обозначены как ОБР. На рисунке А.1 показан также типичный линейный принцип, приведенный в документе МЭК/ТТ 60815: 1986, (область $ОБР_1$/область 2 в окрестностях прямой линии).

В пределах области 1 длина пути утечки слишком мала, что приводит к увеличению вероятности перекрытия изоляции.

В пределах области 2/$ОБР_1$ конструкция и длина пути утечки выбраны правильно, что приводит к минимальным значениям вероятности перекрытия и повреждения изоляции.

Кажется, что в пределах зоны 3 длина пути утечки выбрана правильно, но при этом конструкция выбрана неправильно, что приведет к повышенной вероятности повреждения изоляции.

Конструкции, которые подвержены наименьшему риску перекрытии и эрозии, попадают в область $ОБР_1$ и являются «лучшими для практического использования».

В некоторых специфических случаях, таких, например, как условия загрязнения Е6 или Е7 согласно таблице 5 МЭК/ТТ 60815-1: 2008, которые обычно характеризуются высокой проводимостью загрязнений Ks и долговременной потерей гидрофобности (долговременное смачивание) оболочки изолятора. В таких случаях трекинг и эрозия должны рассматриваться как факторы, влияющие на снижение срока службы, даже если при этом отсутствует негативное влияние на выдерживаемые напряжения изоляции. По имеющимся оценкам такие специфические случаи условий эксплуатации составляют примерно 5 %. На рисунке .А.1 критическая область, с учетом эффекта старения изолятора, представлена областью 3.

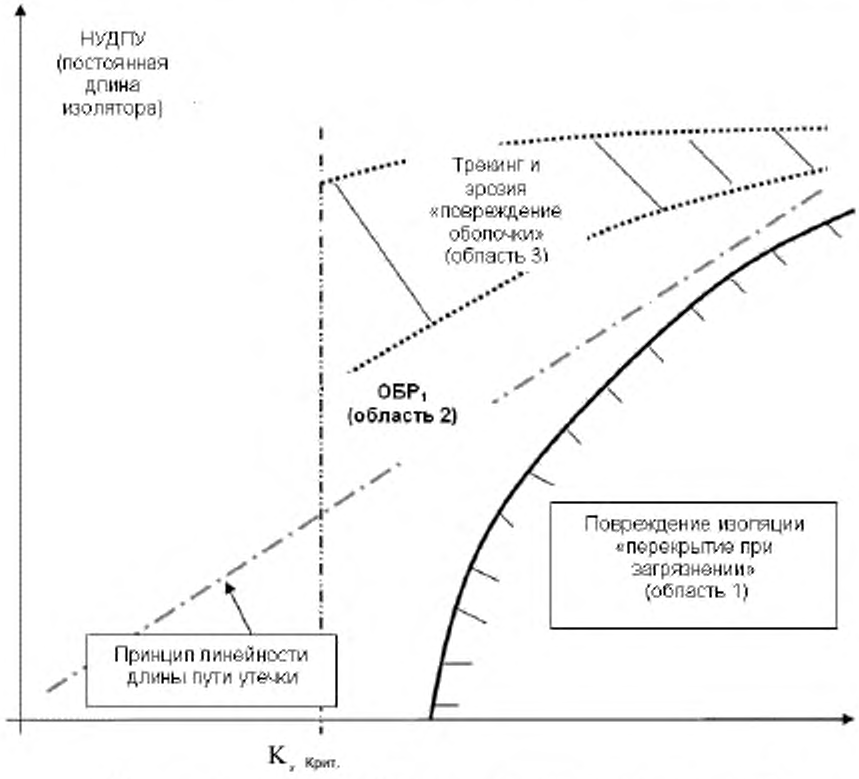
Опасность возникновения трекинга и эрозии наступает тогда, когда критическая проводимость Ks или эквивалентная степень загрязнения принимают завышенные значения. Относительно значений длины пути

утечки область 3 является критической областью по отношению к степени загрязнения (поверхностной проводимости). В пределах области 3 стабильность локальных дуговых образований и выделяемая дугой общая энергия приводят к максимальному энергетическому воздействию разряда на оболочку изолятора, и поэтому к максимальному местному повреждению материала оболочки изолятора и границы раздела. Следует избегать попадания в область 3 или путем выбора меньшей длины пути утечки или путем обеспечении запаса длины пути утечки, при этом не допуская увеличения локальной напряженности электрического поля (область 4).

Соотношение между размером и положением областей и ОБР и системой координат рисунка зависят от загрязнения, климата, свойств материала оболочки и ее конструктивных параметров, следовательно, общие рекомендации не могут быть здесь приведены.

В целом опыт эксплуатации показал, что меньшая длина пути утечки для полимерных изоляторов (например, если принять на один класс загрязнения ниже, чем по линейной зависимости), может быть приемлемым решением для такого эффекта. Немного повышенная вероятность перекрытий загрязненной изоляции может быть технически компенсирована за счет применения специально спроектированных устройств защиты от дуги.

Настоятельно рекомендуется проводить натурные испытания в течение определенного периода времени (например, в течение года), обеспечивая мониторинг электрических характеристик (токов утечки, перекрытий) и деградации оболочки и границы раздела. Вскоре будет опубликовано руководство по устройству открытых испытательных станций, подготовленное Рабочей группой СИГРЭ РГ В2.03.



$K_у$ — степень загрязнения (например, поверхностная проводимость)

Рисунок А.1 — Области работы в функции от степени загрязнения и НУДПУ (для фиксированной длины изолятора)

Приложение ДА
(справочное)

Оригинальный текст положений МЭК/ТТ 60815-3: 2008, которые применены в настоящем стандарте с изменением их содержания для учета технических особенностей объекта стандартизации, принятых в Российской Федерации

Публикация МЭК/ТТ 60815-3, которая является техническими требованиями, применима для выбора полимерных изоляторов для систем переменного тока и определения их размеров для использования в системах высокого напряжения в условиях загрязнения.

Эта часть публикации МЭК/ТТ 60815-3 дает специальные указания и правила для того, чтобы принять аргументированное решение о возможном поведении данного изолятора в условиях определенного загрязнения.

Содержание этих технических требований базируется на документах [1], [2], которые составляют полезное дополнение к этим техническим требованиям для специалистов, которые хотели бы более глубоко изучить характеристики изоляторов при загрязнении.

Эти технические требования не касаются вопросов влияния снега или льда на прочность загрязненных изоляторов. Хотя этот вопрос затронут в документе [3], современные представления по этому вопросу очень ограничены, и практические сведения слишком противоречивы.

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

- определения БНУДПУ, исходя из класса степени загрязнения в данном районе эксплуатации (СЗ),
- выбора соответствующих профилей ребер изоляторов,
- применения коэффициентов поправки на высоту над уровнем моря, форму изолятора, размер и его положение и т.п. со ссылкой на БНУДПУ.

Примечание — Приложение содержит оригинальный текст пункта 1 МЭК/ТТ 60815-3:2008.

Приложение ДБ
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочного межгосударственного стандарта международному стандарту, использованного в качестве ссылочного 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»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта: - NEQ — неэквивалентный стандарт.		

Библиография

[1] Группа СИГРЭ 33.04.01	Загрязненные изоляторы: Обзор знаний о токе. Брошюра СИГРЭ № 158-2000
[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)
[2] 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
[3] МЭК 60050-604	IEC60050-604:1987 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] Группа СИГРЭ 33.13.07	Влияние льда и снега на характеристику наружных изоляторов — Часть 1: Влияние льда, ЭЛЕКТРА № 187, декабрь 1999 и Часть 2: Влияние снега, ЭЛЕКТРА № 188, февраль 2000
[5] СИГРЭ Доклад 142	Естественное и искусственное старение и испытание полимерных изоляторов, РГ 33-04-07, Июнь 1999
[6] МЭК 60507—2013	IEC 60507(2013) Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems (Испытания искусственными загрязнениями высоковольтных изоляторов для использования их в системах переменного тока)
[7] МЭК/ТО 62039—2007	EC/TR 620039 (2007) Selection guide for polymeric materials for outdoor use under HV stress (Руководство по выбору полимерных материалов для наружного применения в системах ВН)
[8] СТО 56947007-29.240.059—2010	Инструкция по выбору изоляции электроустановок
[9] СТО 56947007-29.240.068—2011	Длина пути утечки внешней изоляции электроустановок переменного тока классов напряжения 6-750 кВ
[10] СТО 56947007-29.240.144—2013	Электрооборудование на напряжение свыше 3кВ. Методы испытаний внешней изоляции в загрязненном состоянии
[11] 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. 2,33. Тираж 34 экз. Зак. 317.

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