

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039418**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.01.25

(51) Int. Cl. **H01B 17/32 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202100078

(22) Дата подачи заявки
2020.12.02

(54) **ИЗОЛЯТОР С ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТЬЮ**

(43) **2022.01.24**

(56) RU-U1-103226
EA-B1-021458
RU-C1-2593460

(96) **2020000125 (RU) 2020.12.02**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ДЗЮБИН АНДРЕЙ СТЕПАНОВИЧ
(RU)**

(72) Изобретатель:
**Дзюбин Андрей Степанович,
Суворова Евгения Михайловна (RU)**

(57) Изобретение раскрывает изолятор, содержащий стержни, соединенные между собой с помощью экранирующих соединительных элементов, а также два оконцевателя, размещенных на концах стержней, и защитную оболочку, покрывающую стержни. Техническим результатом изобретения является одновременное повышение надежности изоляторов, а именно снижение вероятности электрического пробоя, при сохранении возможности использования для его изготовления того же самого оборудования, которое применяется для изготовления обычных изоляторов из уровня техники.

039418

B1

039418
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к оборудованию для осуществления электропередачи, в частности для закрепления проводов, деталей и узлов, находящихся под напряжением относительно несущих конструкций, например деталей и узлов электрических подстанций, опор линий электропередач или опор контактных сетей железных дорог и электрифицированного электротранспорта, т.е. к электрическим изоляторам.

Предшествующий уровень техники

Известен стержневой изолятор по патенту RU 103226, состоящий из стержня, двух оконцевателей, закрепленных на стержне, и защитной оболочки. Данная конструкция на момент составления заявки используется большинством производителей полимерных высоковольтных изоляторов.

Недостатком данной конструкции является то, что в случае наличия микродефектов, например микротрещин на поверхности стержня или посторонних токопроводящих включений в материале стержня, в зонах повышенной напряженности электрического поля, которые обычно находятся в месте входа стержня внутрь оконцевателя, находящегося под напряжением, дефекты являются инициаторами частичных разрядов, которые воздействуют на материал стержня с выделением углерода. Углерод, являясь токопроводящим веществом, сам является инициатором частичных разрядов, вследствие чего происходит лавинообразное образование науглероженной токопроводящей дорожки-трека - на границе раздела стержень/защитная оболочка, который развивается в сторону противоположного оконцевателя, находящегося под другим электрическим потенциалом, например заземленного. Когда электрическая прочность вследствие сокращения расстояния между фронтом трека и противоположным оконцевателем становится ниже напряжения, приложенного к изолятору, происходит пробой изолятора.

Пробитые полимерные изоляторы трудно определимы визуально с земли и поиск пробитых изоляторов занимает много времени, в течение которого электроустановка остается обесточенной и прекращается электроснабжение потребителей.

Сущность изобретения

Задача настоящего изобретения заключается в повышении надежности изолятора при сохранении возможности использования для его изготовления того же самого оборудования, которое применяется для изготовления обычных изоляторов из уровня техники.

Задача настоящего изобретения решается с помощью изолятора, содержащего по меньшей мере два стержня, соединенных между собой с помощью по меньшей мере одного экранирующего соединительного элемента, два оконцевателя, размещенных на концах стержней, и защитную оболочку, покрывающую стержни.

Стержни преимущественно выполнены с использованием диэлектрического материала и могут быть в числе прочих стеклопластиковыми, например изготовленными с применением стекловолокна и эпоксидной и/или полиэфирной смолы.

По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может быть выполнен с использованием токопроводящего и/или полупроводящего материала. Кроме того, по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может содержать токопроводящий слой, выполненный с использованием токопроводящего и/или полупроводящего материала. Токопроводящий материал может представлять собой металл, и/или токопроводящий полимерный материал (например, токопроводящую резину, в частности силиконовую), и/или токопроводящий композиционный материал (например, углепластик, который является токопроводящим). Полупроводящий материал может представлять собой полупроводящий полимерный материал (например, полупроводящую резину, в частности силиконовую) и/или полупроводник (например, карбид кремния или оксид цинка).

Токопроводящий и/или полупроводящий материал предпочтительно имеет удельное объемное сопротивление не более 1, или 5, или 10, или 50, или 100, или 500, или 1000, или 5000, или 10000, или 50000, или 100000, или 500000, или 1000000 Ом·см или удельное поверхностное сопротивление не более 1, или 5, или 10, или 50, или 100, или 500, или 1000, или 5000, или 10000, или 50000, или 100000, или 500000, или 1000000 Ом (Ом на квадрат). Длина по меньшей мере одного экранирующего соединительного элемента преимущественно составляет не менее 1, или 2, или 3, или 4, или 5, или 7, или 10, или 12, или 15, или 20 см или не менее 70, или 50, или 40, или 30, или 20, или 10, или 7, или 5, или 2, или 1% от длины стержня. Длина по меньшей мере одного экранирующего соединительного элемента предпочтительно имеет величину не менее 1, или 2, или 2,5, или 3, или 5, или 8, или 10 диаметральных размеров соединительного элемента.

По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может быть соединен по меньшей мере с одним стержнем с помощью клея. По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может представлять собой металлический соединительный элемент, который может быть соединен по меньшей мере с одним стержнем путем обжима металлическим соединительным элементом стержня. По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может быть выполнен в виде цилиндра, или многоугольной призмы, или фигуры, составленной из цилиндрических и/или призматических элементов с отверстиями по торцам. Стержни предпочтительно отделены друг от друга промежутком. Экранирующий соединительный элемент может содержать перемычку или перегородку, отделяющую

стержни друг от друга. В частном случае перегородки может не быть. По меньшей мере два стержня могут быть отделены друг от друга трекингоустойким или токопроводящим материалом или металлом, находящимся в промежутке между стержнями.

По меньшей мере один стержень может быть выполнен с использованием токопроводящего материала или металла. В дополнение к нему изолятор может содержать по меньшей мере два стержня, выполненные с использованием диэлектрического материала, причем между ними расположен по меньшей мере один стержень, выполненный с использованием токопроводящего материала или металла. По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может быть покрыт защитной оболочкой. Защитная оболочка может быть сплошной от оконцевателя до оконцевателя. Защитная оболочка может частично покрывать оконцеватели. Стержни предпочтительно покрыты защитной оболочкой. Защитная оболочка предпочтительно изготовлена с использованием кремнийорганической композиции. По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может быть расположен в средней части изоляционного тела и/или ближе к одному из оконцевателей. Защитная оболочка преимущественно снабжена ребрами. Изолятор может быть снабжен по меньшей мере одной птицезащитной юбкой.

Задача настоящего изобретения также решается с помощью способа изготовления изоляторов по любому из вышеописанных вариантов, в соответствии с которым стержни, отделенные друг от друга одной операцией резания, используют для изготовления разных изоляторов, во избежание попадания одного и того же продольного дефекта в состав нескольких стержней одного изолятора. Операция резания может выполняться путем пиления.

Техническим результатом изобретения является одновременное повышение надежности изоляторов, а именно снижение вероятности электрического пробоя, при сохранении возможности использования для его изготовления того же самого (частично или преимущественно всего) оборудования, которое применяется для изготовления обычных изоляторов из уровня техники. Технический результат обеспечивается разделением стержня на две или более частей, соединенных между собой экранирующими соединительными элементами и предпочтительно покрытых защитной оболочкой, благодаря чему значительно снижается вероятность пробоя изолятора (т.е. изолятор становится более надежным) при сохранении тех же габаритов, что и при изготовлении изолятора с одним стержнем (это позволяет использовать для изготовления то же самое оборудование, преимущественно в полном составе). Таким образом, благодаря настоящему изобретению повышается надежность изолятора при сохранении его технологичности и незначительном повышении себестоимости из-за дополнения технологии одной дополнительной операцией резания стержня и одной операцией соединения стержней.

Перечень фигур чертежей

На фиг. 1 представлен изолятор в соответствии с изобретением, изоляционное тело которого содержит один экранирующий соединительный элемент и два стержня.

На фиг. 2 представлен изолятор в соответствии с изобретением, изоляционное тело которого содержит два экранирующих соединительных элемента и три стержня.

На фиг. 3 представлено распределение напряженности электрического поля на поверхности стержней для изолятора, представленного на фиг. 2. Напряжение приложено к левому оконцевателю изолятора, правый заземлен.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Далее изобретение описано со ссылкой на сопровождающие фигуры, на которых изображены возможные варианты реализации изобретения без исключения других возможных вариантов выполнения изобретения. Последующее описание и чертежи не предназначены для ограничения объема охраны, который определяется формулой изобретения, а даны с целью упрощения понимания сущности изобретения и возможных вариантов его осуществления, которые не исчерпываются представленными на фигурах и в описании. Изобретение далее описано по отношению к фиксаторному стержневому изолятору, но не ограничивается этим видом и может быть использовано по отношению к любым изоляторам (в т.ч. подвесным, натяжным и т.п.), где оно может быть применено. Также приведенные на рисунках виды оконцевателей не ограничивают объем охраны. Они могут иметь различную конфигурацию в зависимости от назначения изолятора.

Описание изобретения дано для изоляторов в горизонтальной ориентации, показанной на фигурах. Однако такое расположение не ограничивает объем охраны изобретения и дано лишь в целях упрощения пояснения. В общем случае, определяемом формулой изобретения, ориентация изолятора не является однозначно заданной и может меняться. В соответствии с изменением ориентации изолятора изменяется и расположение его частей относительно верха, низа и различных сторон.

На фиг. 1 показан изолятор, содержащий два стержня 1, отделенные друг от друга промежутком и соединенные между собой с помощью экранирующего соединительного элемента 2. На концах стержней 1 размещены два оконцевателя 3. Стержни 1 покрыты защитной оболочкой 4. В описании экранирующие соединительные элементы могут называться соединительными элементами, при этом они продолжают сохранять экранирующие свойства без дополнительного упоминания об этом, если не сказано обратное.

На фиг. 2 показан аналогичный изолятор, содержащий три стержня 1, отделенные друг от друга промежутками и соединенные между собой с помощью двух экранирующих соединительных элементов 2. На кон-

цах стержней 1, которые не соединены с другими стержнями, размещены два оконцевателя 3. Стержни 1 покрыты защитной оболочкой 4. В частном случае изоляционное тело подобного изолятора может состоять из трех стержней, соединенных между собой концами с помощью двух металлических соединительных элементов, как это показано на фиг. 2.

Здесь и далее описание изобретения и его возможных вариантов реализации дано по отношению к обоим изоляторам, показанным на фиг. 1 и 2, а также по отношению к изоляторам, содержащим большее количество стержней и экранирующих соединительных элементов (преимущественно не более 5, или 7, или 10, или 15, или 20, или 30, или 40, или 50 стержней и не более 4, или 6, или 9, или 14, или 19, или 29, или 39, или 49 соединительных элементов соответственно). В случае длинных изоляторов, например, на напряжение 750 кВ количество стержней, применяемых в изоляционном теле, может достигать 30 шт. В общем случае количество соединительных элементов должно быть на одну штуку меньше количества соединяемых стержней.

Стержни, экранирующие соединительные элементы, и защитная оболочка вместе образуют изоляционное тело изолятора. Металлические оконцеватели, выполненные, например, из стали или алюминия или его сплавов, закреплены на концах изоляционного тела и предназначены для соединения с элементами электроустановки, например с траверсой опоры линии электропередачи и проводом или элементом крепления провода.

Применение в изоляторе двух или более стержней, соединенных с помощью экранирующих соединительных элементов, повышает надежность изолятора, поскольку применение нескольких стержней значительно снижает вероятность пробоя изолятора, как это поясняется далее.

Между стержнями может быть предусмотрен промежуток, который представляет собой дополнительное препятствие для развития трека в изоляционном теле в случае малой длины экранирующих соединительных элементов, не позволяющих полностью экранировать фронт трека, или в тех вариантах, когда экранирующий соединительный элемент охватывает конец стержня не со всех сторон. Для обеспечения полного экранирования фронта трека длина соединительного элемента должна быть не менее 1, или 2, или 2,5, или 3, или 5, или 8, или 10 диаметрального (поперечного) размера (который может быть внутренним или внешним) соединительного элемента - это дополнительно снизит вероятность пробоя изолятора. Кроме того, наличие промежутка и в некоторых вариантах перегородки между стержнями не позволяет применить в условиях производства один стержень с продольным дефектом вместо нескольких стержней, в том числе из разных партий.

В случае наличия микродефектов в стержне, например длиной микротрещины на поверхности стержня во всю его длину, в зонах повышенной напряженности электрического поля, например около оконцевателей, на таких микродефектах происходят микроразряды (частичные разряды), которые воздействуют на стержень с выделением углерода (сжигают материал стержня). Углерод, в свою очередь являясь проводником, инициирует новые микроразряды, и таким образом по стержню изолятора под защитной оболочкой к противоположному концу развивается трек, представляющий собой науглероженную токопроводящую дорожку. При наличии экранирующего соединительного элемента трек доходит по стержню под экранирующим соединительным элементом до зоны, где напряженность электрического поля равна нулю или недостаточна для образования частичных разрядов на фронте трека, и развитие трека прекращается (см. фиг. 3).

Для обеспечения экранирования соединительный элемент преимущественно охватывает концы стержней. Длины охватываемых участков стержней предпочтительно одинаковы для обеспечения одинаковых степеней экранирования и прочностей механического крепления концов стержней. Однако в некоторых вариантах длины участков стержней, охватываемых экранирующим соединительным элементом, могут различаться при условии обеспечения достаточной прочности механического крепления более короткого охваченного концевой участка стержня. Эффект экранирования при этом будет достигаться в большей степени на том стержне, у которого охвачена (и экранирована) большая длина концевой участка стержня.

При больших диаметрах стержней и малых длинах соединительного элемента напряженность поля внутри экранирующего соединительного элемента может не снизиться до нуля или до уровня, не поддерживающего частичные разряды. В этом случае промежуток между стержнями прерывает трек, а перегородка внутри соединительного элемента дополнительно выполняет функцию экрана фронта трека по отношению к другому стержню и трек не переходит на другой стержень. Применение экранирующего соединительного элемента, выполненного с использованием полупроводящего или токопроводящего материала (например, металла), предотвращает переход трека на соседний стержень внутри соединительного элемента (под ним).

Таким образом, трек проходит от оконцевателя, находящегося под напряжением, до полупроводящего или токопроводящего (например, металлического) соединительного элемента и останавливается вследствие того, что трек не может развиваться по соединительному элементу и под ним (внутри него) в силу экранирующих свойств материала, из которого он выполнен, из-за которого напряженность электрического поля под ним снижается практически до нуля. Частичные разряды на фронте трека прекращаются, также как и прекращается дальнейшее развитие трека в сторону противоположного заземленно-

го оконцевателя. Стержни между экранирующим соединительным элементом и оконцевателями изготавливаются достаточной длины, чтобы продолжать выполнять изоляционную функцию изолятора даже при наличии трека на одном из стержней между оконцевателем и соединительным элементом или между двумя соединительными элементами. Защитная оболочка также изготавливается достаточной толщины, для того чтобы продолжать выполнять функцию наружной изоляции без ее пробоя между треком и заземленным оконцевателем.

Поскольку при достигнутом уровне техники в области производства стеклопластиковых стержней наличие дефектов, способных вызвать частичные разряды, - явление достаточно редкое, кроме того, на стадии входного контроля стержни с дефектами, видимыми невооруженным глазом, отбраковываются, то в случае применения двух и более стержней в изоляционном теле вероятность попадания нескольких стержней с дефектами в областях с высокой напряженностью электрического поля в один изолятор сводится практически к нулю.

Если вероятность пробоя P_1 каждого из стержней из-за наличия в них дефектов равна 10^{-6} , то вероятность пробоя изолятора P , изоляционное тело которого состоит из двух стержней (желательно из разных партий (заготовок), но и для стержней из одной партии или заготовки эти вычисления имеют силу ввиду разрыва стержней и дефектов на них и экранирования их соединительным элементом), вычисляется по формуле

$$P = P_1 \cdot P_1 = 10^{-6} \cdot 10^{-6} = 10^{-12}$$

Таким образом, вероятность пробоя изолятора значительно снижается даже при использовании всего двух стержней. При большем количестве стержней вероятность пробоя изолятора снижается еще больше до величины $(10^{-6})^n$, где n - количество стержней в изоляторе. Благодаря этому надежность изолятора существенно повышается и изолятор выполняет свою функцию дольше, вплоть до плановой замены, без нарушения работы линии электропередачи.

Надежность изолятора также обеспечивается оконцевателями, которые надежно прикрепляют изолятор к опоре линии электропередачи, а к изолятору провод. Кроме того, надежность изолятора обеспечивают соединительные элементы, без которых изолятор не смог бы сохранять свою целостность. Надежность изолятора обеспечивает и защитная оболочка, которая защищает элементы изолятора от климатического и загрязняющего воздействия, а также устраняет возможный путь тока утечки по стержням. По защитной оболочке трек проходить не может, поскольку оболочка выполняется из материалов, не способных к выделению углерода при сжигании, и, таким образом, является трекингоустойчивой.

Одновременно с надежностью все элементы изолятора обеспечивают возможность использования для его изготовления того же самого оборудования, которое применяется для изготовления обычных изоляторов из уровня техники, поскольку обычные изоляторы имеют тот же состав, за исключением того что стержень только один, а соединительные элементы отсутствуют. Применяться может как весь комплекс оборудования, так и его часть в зависимости от свойств изоляторов, поскольку усовершенствованный изолятор имеет такие же габариты, те же элементы, причем элементы также сохраняют свои габариты.

Единственное отличие может быть только в диаметральном размерах экранирующих соединительных элементов, как это показано, например, на фиг. 1 и 2, однако экранирующие соединительные элементы в некоторых вариантах могут иметь меньшие или одинаковые со стержнями диаметральные размеры. Оборудование, применяемое производителями изоляторов, позволяет производить монтаж оконцевателей и экранирующих соединительных элементов, а также изготовление защитной оболочки в широком диапазоне длин и диаметров. Таким образом, для изготовления защитной оболочки может использоваться то же самое оборудование, что и для обычного изолятора.

Таким образом, благодаря настоящему изобретению повышается надежность изолятора при одновременном сохранении его технологичности и незначительном повышении себестоимости из-за дополнения технологии одной дополнительной операцией резания стержня и одной операцией соединения стержней с помощью экранирующего соединительного элемента.

Стержни преимущественно выполнены с использованием диэлектрического материала и могут быть в числе прочих стеклопластиковыми, например изготовленными с применением стеклоровинга и эпоксидной и/или полиэфирной смолы. Диэлектрические стержни, в том числе стеклопластиковые, обеспечивают механическую и электрическую прочность, необходимую для обеспечения требуемой надежности изолятора. Они также обеспечивают возможность применения того же самого оборудования, что используется для изготовления изоляторов в уровне техники.

Экранирующий соединительный элемент может быть выполнен с использованием токопроводящего материала, например токопроводящего полимерного материала (например, токопроводящей резины, которая может представлять собой силиконовую резину), и/или токопроводящего композиционного материала (например, углепластика, который является токопроводящим), и/или полупроводящего полимерного материала (например, полупроводящей резины, которая может быть силиконовой резиной), и/или может быть выполнен с использованием полупроводящего материала, например полупроводника (например, карбида кремния или оксида цинка). Кроме того, соединительный элемент может быть выполнен с использованием такого токопроводящего материала, как металл, например сталь, алюминий,

медь, различные сплавы этих и других металлов, или быть комбинированным из каких-либо перечисленных или других материалов. Соединительный элемент может состоять из указанных или других токопроводящих материалов (например, из одного материала или их комбинации) полностью или частично, обеспечивая экранирующие свойства. Например, соединительный элемент может содержать токопроводящий слой, выполненный с использованием токопроводящего материала. Также соединительный элемент может быть выполнен из диэлектрического материала, например стеклопластика, и содержать экранирующий слой, выполненный с применением токопроводящего или полупроводящего материала

Для обеспечения экранирующих функций соединительного элемента токопроводящий и/или полупроводящий материал, используемый при его изготовлении, предпочтительно должен иметь удельное объемное сопротивление не более 1, или 5, или 10, или 50, или 100, или 500, или 1000, или 5000, или 10000, или 50000, или 100000, или 500000, или 1000000 Ом·см или удельное поверхностное сопротивление не более 1, или 5, или 10, или 50, или 100, или 500, или 1000, или 5000, или 10000, или 50000, или 100000, или 500000, или 1000000 Ом (Ом на квадрат). В то же время удельное объемное сопротивление этого материала предпочтительно должно быть не менее 0,001, или 0,005, или 0,01, или 0,05, или 0,1, или 0,5, или 1, или 5, или 10, или 50, или 100, или 500, или 1000 Ом·см или удельное поверхностное сопротивление предпочтительно должно быть не менее 0,001, или 0,005, или 0,01, или 0,05, или 0,1, или 0,5, или 1, или 5, или 10, или 50, или 100, или 500, или 1000 Ом (Ом на квадрат).

Длина экранирующего соединительного элемента может составлять не менее 1, или 2, или 3, или 4, или 5, или 7, или 10, или 12, или 15, или 20 см. Длина соединительного элемента может быть не более 10, или 15, или 20, или 30, или 40, или 50, или 70, или 100 см. В относительных величинах длина экранирующего соединительного элемента преимущественно не менее 70, или 50, или 40, или 30, или 20, или 10, или 7, или 5, или 2, или 1% от длины стержня и может быть, например, не более 90, или 70, или 50, или 40, или 30, или 20, или 10, или 7, или 5, или 2% от длины стержня.

По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может быть соединен по меньшей мере с одним стержнем с помощью клея. Применение такого способа соединения стержней не создает препятствий для использования обычного оборудования для производства изоляторов.

По меньшей мере один металлический соединительный элемент может быть соединен по меньшей мере с одним стержнем путем обжима металлическим соединительным элементом стержня. Применение такого способа соединения стержней не создает препятствий для использования обычного оборудования для производства изоляторов, поскольку является наиболее часто используемым при производстве изоляторов. Также соединение стержня с металлическим соединительным элементом может быть получено путем осевой запрессовки стержня в отверстие соединительного элемента с меньшим диаметром, чем диаметр стержня. Такой способ соединения позволяет использовать экранирующие соединительные элементы со сложной наружной поверхностью, не позволяющей производить их опрессовку.

По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может быть выполнен в виде цилиндра, или многоугольной призмы, или фигуры, состоящей из цилиндров и многоугольных призм (цилиндрических и/или призматических элементов) с отверстиями по торцам, соосными продольной оси изолятора. В таком случае изоляционное тело может состоять по меньшей мере из двух стержней, соединенных между собой концами с помощью по меньшей мере одного экранирующего соединительного элемента, покрытого защитной оболочкой. Экранирующий соединительный элемент обеспечивает охват концов соединяемых стержней, благодаря чему поверхности на концах стержней, а также микродефекты на них экранируются стенками соединительного элемента по всему периметру, и тем самым создается препятствие для развития трека по поверхности стержня и его перехода на соседний стержень. Благодаря этому снижается вероятность пробоя изолятора при обеспечении достаточной механической прочности соединения благодаря охвату стержней экранирующим соединительным элементом по всему периметру, что означает дополнительно повышение надежности изолятора. Кроме того, применение экранирующего соединительного элемента не создает препятствий для использования обычного оборудования для производства изоляторов.

Экранирующий соединительный элемент может содержать перемычку или перегородку, отделяющую стержни друг от друга. Эта перемычка может дополнительно фиксировать промежуток между стержнями, предотвращая исчезновение промежутка и тем самым повышая надежность изолятора. Перемычка может быть частичной, например, в виде небольшого стержня или выполненной заодно с соединительным элементом в виде сплошной перегородки, полностью отделяющей стержни друг от друга, как это показано в соединительных элементах 2 на фиг. 1 и 2. Перемычки предпочтительно выполнены с использованием полупроводящего или токопроводящего материала (например, металла). В описанных вариантах можно сказать, что промежутки между стержнями заполнены перемычками или перегородками. В некоторых вариантах экранирующие соединительные элементы могут не иметь внутри перегородку, отделяющую стержни друг от друга, если размеры экранирующего соединительного элемента обеспечивают нулевой уровень напряженности электрического поля на торцах стержней внутри соединительного элемента (определяется расчетом электрического поля, см. фиг. 3).

Стержни могут быть отделены друг от друга трекингоустойким или токопроводящим материалом

или металлом, находящимся в промежутке между стержнями, который не входит в состав перемычки экранирующего соединительного элемента. Этот материал дополнительно фиксирует промежуток между стержнями, предотвращая исчезновение промежутка и создавая препятствие развитию трека, тем самым повышая надежность изолятора. В описанных вариантах можно сказать, что промежутки между стержнями заполнены трекингостойким или токопроводящим материалом (которым может быть в том числе клей) или металлом.

По меньшей мере один стержень может быть выполнен с использованием трекингостойкого диэлектрического материала. Это дополнительно снижает вероятность пробоя изолятора, так как устраняется возможность распространения трека по стержню, тем самым повышая надежность изолятора.

По меньшей мере один стержень может быть выполнен с использованием металла, когда нужно увеличить длину изолятора наиболее дешевым способом без необходимости увеличения его электрической прочности. В дополнение к такому стержню изолятор может содержать по меньшей мере два стержня, выполненные с использованием диэлектрического материала. Металлический стержень предпочтительно располагается между диэлектрическими стержнями, но может быть соединен и с одним из оконцевателей. В таких случаях можно считать, что металлический стержень входит в состав экранирующего соединительного элемента, который также может быть выполнен с использованием металла.

Экранирующие соединительные элементы 2 могут быть не покрыты защитной оболочкой, однако предпочтительно они также как и стержни 1 находятся под защитной оболочкой 4 частично или полностью, как показано на фиг. 1 и 2. Это повышает надежность изолятора, поскольку в таком случае при пробое одного из стержней (развитии трека на всю длину стержня) электрическая прочность наружной изоляции сохраняется за счет сохранения длины пути утечки защитной оболочки. Это особенно важно при эксплуатации изолятора в загрязненном и увлажненном состоянии, когда одним из основных факторов защиты от перекрытий изолятора является длина пути утечки наружной поверхности защитной оболочки. В вариантах, когда экранирующие соединительные элементы не покрыты защитной оболочкой или не полностью покрыты защитной оболочкой длина пути утечки изолятора сокращается при пробое одного из стержней на величину, равную длине пути утечки защитной оболочки, покрывающей пробитый стержень. Наиболее полно этот дополнительный технический результат достигается в том случае, когда защитная оболочка 4 является сплошной от оконцевателя 3 до оконцевателя 3 и предпочтительно частично покрывает оконцеватели, как это показано на фиг. 1 и 2.

Стержни покрыты защитной оболочкой, толщина которой предпочтительно больше толщины стенки экранирующего соединительного элемента. Это обеспечивает то, что соединительный элемент не выступает из защитной оболочки и может быть полностью покрыт ей (слоем меньшей толщины, чем слой над стержнем) при сохранении диаметрального размера изолятора, что позволяет использовать для изготовления такого изолятора уже имеющееся оборудование.

В некоторых случаях толщина защитной оболочки над экранирующим соединительным элементом может быть такой же, как и толщина защитной оболочки над стержнями, или даже больше. В этом случае для изготовления такого изолятора также можно использовать уже имеющееся оборудование, поскольку в форме для литья будет достаточно заменить только вставку, находящуюся в том месте, где будет формироваться защитная оболочка над экранирующим защитным стержнем.

Защитная оболочка предпочтительно изготовлена с использованием кремнийорганической композиции, например силиконовой резины. Это предотвращает развитие трека по поверхности защитной оболочки, поскольку кремнийорганическая композиция является трекингостойкой. Таким образом, выполнение защитной оболочки с использованием кремнийорганической композиции дополнительно повышает надежность изолятора.

По меньшей мере один экранирующий соединительный элемент может быть расположен в средней части изоляционного тела изолятора. Кроме того, экранирующий соединительный элемент также может быть расположен ближе к оконцевателю, находящемуся под напряжением, что позволяет снизить длину трека от оконцевателя, с которого наиболее вероятно образование трека, до экранирующего соединительного элемента и тем самым сохранить внутреннюю электрическую прочность оставшейся непробитой части изолятора на высоком уровне. Это дополнительно повышает надежность изолятора.

Защитная оболочка преимущественно снабжена ребрами. Ребра увеличивают длину пути утечки тока, что повышает надежность изолятора.

Изолятор может быть снабжен по меньшей мере одной птицевозащитной юбкой, как на фиг. 1 и 2. Для целей настоящего патента птицевозащитной юбкой называется крайняя юбка, распространяющаяся от защитной оболочки диаметрально и в осевом направлении за пределы защитной оболочки, покрывающей оконцеватель или стержень, в случае когда защитная оболочка не покрывает часть оконцевателя, на некотором расстоянии от стержня, непокрытого защитной оболочкой. Т.е. когда проекция края юбки на любую плоскость, проходящую через продольную ось изолятора, попадает на непокрытую защитной оболочкой часть оконцевателя, либо не попадает на оконцеватель и любую другую часть изолятора вообще. Таким образом, длина защитной оболочки с птицевозащитными юбками больше длины защитной оболочки, не имеющей птицевозащитных юбок. Это повышает надежность изолятора, так как при наличии птицевозащитных юбок увеличивается длина изоляционной части и вероятность его перекрытия птицей

снижается, что повышает надежность эксплуатации линии электропередачи.

При изготовлении изоляторов по любому из вышеописанных вариантов желательно, чтобы стержни, отделенные друг от друга одной операцией резания, были использованы для изготовления разных изоляторов. Это обеспечивает снижение вероятности пробоя изоляторов, поскольку при наличии на разрезаемом стержне протяженного локального дефекта отделенные друг от друга стержни также могут иметь части этих локальных дефектов, если разрезание стержня происходило в месте его нахождения. Если стержни, отделенные друг от друга операцией резания (например, путем пиления), окажутся в одном изоляторе, то вероятность его пробоя резко повысится, поскольку оба стержня имеют один и тот же дефект, получившийся из одного протяженного дефекта, разрезанного при отделении стержней друг от друга.

Для исключения нахождения в одном изоляторе стержней с одинаковыми локальными дефектами необходимо стержни, отделенные друг от друга одной операцией резания (т.е. образовавшиеся из участков, находившихся в едином стержне рядом и потому могущих иметь один и тот же дефект), использовать для изготовления разных изоляторов - тогда они не окажутся в одном изоляторе. Это повысит надежность изоляторов, поскольку снизится вероятность пробоя нескольких стержней в одном изоляторе.

Представленные на сопровождающих фигурах и детально описанные в описании варианты осуществления предназначены для упрощения понимания сущности изобретения и не должны толковаться как ограничивающие объем охраны, определяемый последующей формулой изобретения. Описанные варианты могут объединяться и комбинироваться в любых сочетаниях, обеспечивающих достижение технического результата, а также дополнительных технических результатов отдельных вариантов осуществления изобретения. В результате комбинации отдельных вариантов также могут достигаться и другие дополнительные технические результаты.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Изолятор, включающий в себя по меньшей мере два стержня, соединенных между собой с помощью по меньшей мере одного экранирующего соединительного элемента, два оконцевателя, размещенных на концах стержней, и защитную оболочку, покрывающую стержни.

2. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что стержни выполнены с использованием диэлектрического материала.

3. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что стержни стеклопластиковые.

4. Изолятор по п.3, отличающийся тем, что стержни изготовлены с применением стеклоровинга и эпоксидной и/или полиэфирной смолы.

5. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент выполнен с использованием токопроводящего и/или полупроводящего материала.

6. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент содержит токопроводящий слой, выполненный с использованием токопроводящего и/или полупроводящего материала.

7. Изолятор по п.5 или 6, отличающийся тем, что токопроводящий материал представляет собой металл, и/или токопроводящий полимерный материал, или токопроводящую резину, и/или токопроводящий композиционный материал, или токопроводящий углепластик.

8. Изолятор по п.5 или 6, отличающийся тем, что полупроводящий материал представляет собой полупроводящий полимерный материал, или полупроводящую резину, и/или полупроводник, или карбид кремния, или оксид цинка.

9. Изолятор по п.5 или 6, отличающийся тем, что токопроводящий и/или полупроводящий материал имеет удельное объемное сопротивление не более 1, или 5, или 10, или 50, или 100, или 500, или 1000, или 5000, или 10000, или 50000, или 100000, или 500000, или 1000000 Ом-см или удельное поверхностное сопротивление не более 1, или 5, или 10, или 50, или 100, или 500, или 1000, или 5000, или 10000, или 50000, или 100000, или 500000, или 1000000 Ом (Ом на квадрат).

10. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что длина по меньшей мере одного экранирующего соединительного элемента составляет не менее 1, или 2, или 3, или 4, или 5, или 7, или 10, или 12, или 15, или 20 см.

11. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что длина по меньшей мере одного экранирующего соединительного элемента составляет не менее 70, или 50, или 40, или 30, или 20, или 10, или 7, или 5, или 2, или 1% от длины стержня.

12. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что длина по меньшей мере одного экранирующего соединительного элемента имеет величину не менее 1, или 2, или 2,5, или 3, или 5, или 8, или 10 диаметральных размеров соединительного элемента.

13. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент соединен по меньшей мере с одним стержнем с помощью клея.

14. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент представляет собой металлический соединительный элемент, соединенный по меньшей мере с

одним стержнем путем обжима металлическим соединительным элементом стержня или путем осевой запрессовки стержня внутрь металлического соединительного элемента.

15. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент выполнен в виде цилиндра, или многоугольной призмы, или фигуры, состоящей из цилиндрических и/или призматических элементов, имеющей отверстия на торцевых поверхностях.

16. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что стержни отделены друг от друга промежутком.

17. Изолятор по п.16, отличающийся тем, что экранирующий соединительный элемент содержит перемычку или перегородку, отделяющую стержни друг от друга.

18. Изолятор по п.16, отличающийся тем, что по меньшей мере два стержня отделены друг от друга трекинговой или токопроводящим материалом или металлом, находящимся в промежутке между стержнями.

19. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один стержень выполнен с использованием токопроводящего материала или металла.

20. Изолятор по п.19, отличающийся тем, что содержит по меньшей мере два стержня, выполненные с использованием диэлектрического материала, причем между ними расположен по меньшей мере один стержень, выполненный с использованием токопроводящего материала или металла.

21. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент покрыт защитной оболочкой.

22. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что защитная оболочка является сплошной от оконцевателя до оконцевателя.

23. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что защитная оболочка частично покрывает оконцеватели.

24. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что защитная оболочка изготовлена с использованием кремнийорганической композиции.

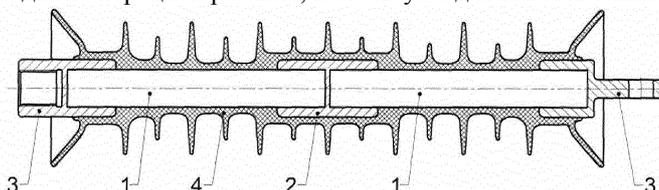
25. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент расположен в средней части изоляционного тела.

26. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что по меньшей мере один экранирующий соединительный элемент расположен ближе к одному из оконцевателей.

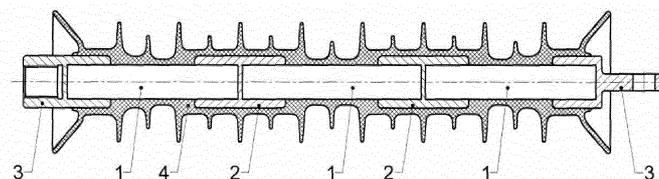
27. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что защитная оболочка снабжена ребрами.

28. Изолятор по п.1, отличающийся тем, что снабжен по меньшей мере одной птицевозащитной юбкой.

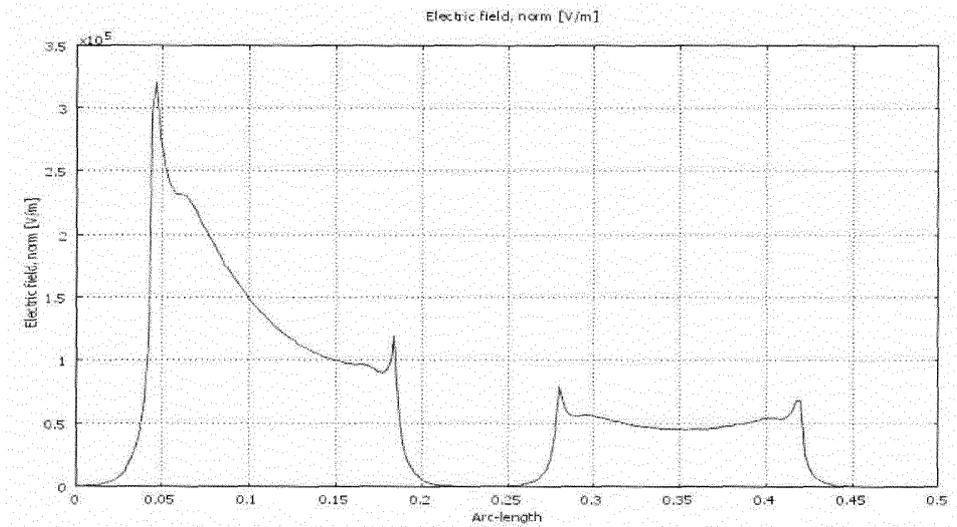
29. Способ изготовления изоляторов по любому из пп.1-28, в соответствии с которым стержни, отделенные друг от друга одной операцией резания, используют для изготовления разных изоляторов.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

