

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044019**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.07.18

(51) Int. Cl. **H01T 1/00** (2006.01)
H02H 7/24 (2006.01)

(21) Номер заявки
202200112

(22) Дата подачи заявки
2021.01.29

(54) **РАЗРЯДНИК С ЗАЩИТНЫМ ИСКРОВОМ ПРОМЕЖУТКОМ**

(31) **2020105932**

(32) **2020.02.07**

(33) **RU**

(43) **2022.10.12**

(86) **PCT/RU2021/000037**

(87) **WO 2021/158145 2021.08.12**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НПО
"СТРИМЕР" (RU)**

(72) Изобретатель:
Подпоркин Георгий Викторович (RU)

(56) **US-A-5663863
RU-C2-2664390
RU-C1-2273929
US-A-4665460**

(57) Представлен разрядник для грозозащиты элементов электрооборудования или линии электропередачи, содержащий разрядное устройство (дугогасительное устройство), высоковольтный электрод, низковольтный электрод и внешний технологический искровой промежуток, служащий для подключения разрядника к высоковольтной сети, который образован между высоковольтным электродом разрядника и электродом высоковольтной сети, а также защитный промежуток, образованный между низковольтным электродом, подключённым к низковольтной части дугогасительного устройства, и высоковольтным электродом. Защитный промежуток образован таким образом, что его канал разряда развивается между пятном электрода, с которого развивается разряд при подключении дугогасительного устройства к высоковольтной сети, и низковольтным электродом. Благодаря тому, что при срабатывании технологического промежутка между электродами на конце электрода образуется расплавленное металлическое пятно, и в пространстве вблизи него - плазменное проводящее облако, создаются благоприятные условия для пробоя защитного промежутка. Он пробивается при относительно низком напряжении, существенно меньшем, чем разрядное напряжение защитного промежутка известной конструкции между холодными электродами.

B1

044019

044019

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к разрядникам, подключаемым к сети через искровой разрядный промежуток (в дальнейшем - "промежуток"), и служит для защиты разрядников от недопустимых перенапряжений и токов при грозовых или внутренних перенапряжениях в сети. Изобретение также относится к высоковольтным линиям электропередачи, имеющим в своем составе разрядники, снабженные защитными промежутками.

Уровень техники

Из патента US 5663863 (например, на фиг. 11 американского патента) известен разрядник, включающий в себя разрядное устройство в виде ограничителя перенапряжений нелинейного (ОПН), который при возникновении перенапряжения на проводе подключается к нему через технологический искровой воздушный промежуток g_1 между высоковольтным электродом разрядника и электродом под высоким электрическим напряжением путем его пробития разрядом (см. фиг. 1, прилагаемую к настоящему описанию). ОПН защищен от перенапряжений отдельным защитным промежутком g_2 , между высоковольтным электродом и низковольтным электродом разрядника, не связанным с технологическим промежутком g_1 . При воздействии волны перенапряжения через ОПН протекает большой ток, причём вследствие сильной нелинейности ОПН напряжение на промежутке g_2 возрастает незначительно. Только при весьма большой величине тока, когда ОПН теряет свои нелинейные свойства, напряжение существенно возрастает и может сработать промежуток g_2 (см. фиг. 2, прилагаемую к настоящему описанию). При таком способе защиты велика вероятность разрушения ОПН от токовой перегрузки. Таким образом, конструкция, описанная в US 5663863, не будет выполнять функцию защиты разрядника.

Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является обеспечение защиты разрядника, подключаемого через промежуток, от опасных токов.

Задача настоящего изобретения решается с помощью разрядника, преимущественно предназначенного для защиты элементов электрооборудования или линии электропередачи от перенапряжений, например, импульсных, в том числе грозовых. Разрядник содержит разрядное устройство, высоковольтный электрод, соединенный с разрядным устройством и установленный с возможностью формирования технологического искрового промежутка между концами и/или ближайшими друг к другу частями высоковольтного электрода и электрода под высоким электрическим напряжением, и низковольтный электрод, соединенный с разрядным устройством.

Отличительным признаком разрядника по настоящему изобретению является то, что он содержит защитный электрод, соединенный с низковольтным электродом прямо или через соединительный искровой промежуток и установленный с возможностью формирования защитного искрового промежутка между концами и/или ближайшими друг к другу частями защитного электрода и высоковольтным электродом или электродом высоковольтной сети. Электрическая прочность технологического искрового промежутка должна быть меньше электрической прочности защитного искрового промежутка.

Благодаря тому, что защитный искровой промежуток выполнен непосредственно между защитным электродом и тем концом высоковольтного электрода разрядника, на который попадает искровой разряд, подключающий разрядник к электроду под высоким электрическим напряжением, или непосредственно между защитным электродом и тем концом электрода под высоким электрическим напряжением, с которого искровой разряд идет на высоковольтный электрод разрядника, обеспечивается возможность искрового пробоя защитного искрового промежутка при таких напряжениях, при которых разрядное устройство еще не вышло из строя.

Выполнение условия "электрическая прочность технологического искрового промежутка должна быть меньше электрической прочности защитного искрового промежутка" может обеспечиваться тем, что размер технологического искрового промежутка меньше размера защитного искрового промежутка или тем, что напряженность пробоя технологического искрового промежутка меньше напряженность пробоя защитного искрового промежутка (например, за счет большего радиуса кривизны концов и/или ближайших друг к другу частей электродов, образующих защитный искровой промежуток, по сравнению с аналогичными элементами технологического искрового промежутка).

Защитный промежуток преимущественно образован таким образом, что его канал разряда развивается между пятном электрода, с которого развивается разряд при подключении разрядного устройства к электроду под высоким электрическим напряжением, и защитным электродом. Разрядные устройства, подключаемые, к сети через промежуток, могут быть разных типов, например: ОПН, мультикамерные, трубчатые, вентильные и т.п.

Задача настоящего изобретения также решается с помощью гирлянды разрядников, которая выполнена в виде цепочки последовательно соединённых через искровые воздушные промежутки разрядников по любому из вышеописанных вариантов.

Задача настоящего изобретения также решается с помощью линии электропередачи, содержащей опоры, одиночные изоляторы и/или изоляторы, собранные в колонки или гирлянды, и, по меньшей мере, один находящийся под высоким электрическим напряжением провод, связанный непосредственно или посредством крепежных устройств с элементами арматуры одиночных изоляторов и/или первых изоля-

торов колонок или гирлянд изоляторов, причем каждый одиночный изолятор или каждая колонка или гирлянда изоляторов закреплен (закреплена) на одной из опор посредством элемента своей арматуры, смежного с указанной опорой. В соответствии с изобретением линия электропередачи содержит, по меньшей мере, один разрядник по любому из вышеописанных вариантов и/или, по меньшей мере, одну гирлянду разрядников по любому из вышеописанных вариантов. Электрод под высоким электрическим напряжением должен быть соединен с проводом, находящимся под высоким электрическим напряжением.

Благодаря настоящему изобретению достигается такой технический результат, как защита разрядного устройства от воздействия экстремального перенапряжения, благодаря чему повышается надежность и срок службы разрядника, а также сохранение работоспособности разрядника после воздействия экстремального перенапряжения. Все указанные в настоящем описании технические результаты, в том числе и дополнительные, достигаются в соответствии с настоящим изобретением одновременно и неразрывно друг от друга.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 представлена схема известного разрядника из патента US 5663863 с защитным промежутком.

На фиг. 2 показано срабатывание защитного промежутка разрядника g_2 по фиг. 1.

На фиг. 3 представлена схема разрядника с защитным промежутком в соответствии с изобретением.

На фиг. 4 показана первоначальная стадия срабатывания защитного промежутка разрядника по фиг. 3.

На фиг. 5 показана завершающая стадия срабатывания защитного промежутка разрядника по фиг. 3.

На фиг. 6 представлена схема варианта разрядника с защитным промежутком в соответствии с изобретением.

На фиг. 7 показана первоначальная стадия срабатывания защитного промежутка разрядника по фиг. 6.

На фиг. 8 показана завершающая стадия срабатывания защитного промежутка разрядника по фиг. 6.

На фиг. 9 представлена гирлянда разрядников по фиг. 3.

На фиг. 10 показано срабатывание защитных промежутков гирлянды разрядников по фиг. 9.

На фиг. 11 показан вариант выполнения гирлянды разрядников по изобретению.

На фиг. 12 показано первоначальное срабатывание защитных промежутков гирлянды разрядников по фиг. 11.

На фиг. 13 показано заключительное срабатывание защитных промежутков гирлянды разрядников по фиг. 11.

На фигурах обозначены следующие элементы: 1 - разрядник, 2 - провод, 3 - высоковольтный электрод основного технологического искрового промежутка, 4 - высоковольтный электрод разрядника, 5 - низковольтный электрод разрядника, 6 - высоковольтный электрод защитного искрового промежутка разрядника, 7 - защитный электрод, 8 - искровой канал технологического искрового промежутка, 9 - искровой канал защитного искрового промежутка, 10 - единый канал защитного промежутка;

11 - разрядник участка I, 31 - высоковольтный электрод основного технологического искрового промежутка участка I, 41 - высоковольтный электрод разрядника участка I, 51 - низковольтный электрод разрядника участка I, 71 - защитный электрод участка I, 81 - искровой канал технологического искрового промежутка участка I, 91 - высоковольтный искровой канал защитного искрового промежутка участка I;

12 - разрядник участка II, 32 - высоковольтный электрод основного технологического искрового промежутка участка II, 42 - высоковольтный электрод разрядника участка II, 52 - низковольтный электрод разрядника участка II, 72 - защитный электрод участка II, 82 - искровой канал технологического искрового промежутка участка II, 92 - высоковольтный искровой канал защитного искрового промежутка участка II;

13 - разрядник участка III, 33 - высоковольтный электрод основного технологического искрового промежутка участка III, 43 - высоковольтный электрод разрядника участка III, 53 - низковольтный электрод разрядника участка III, 73 - защитный электрод участка III, 83 - искровой канал технологического искрового промежутка участка III, 93 - высоковольтный искровой канал защитного искрового промежутка участка III;

U - импульс перенапряжения, I - первый участок гирлянды разрядников, II - второй участок гирлянды разрядников, III - третий участок гирлянды разрядников.

Осуществление изобретения

Далее настоящее изобретение будет описано со ссылкой на сопровождающие чертежи и частные варианты осуществления. Такое описание дается с целью пояснения изобретения на частных примерах и не предназначено для ограничения объема охраны настоящего изобретения, определяемого формулой изобретения. В то же время при необходимости в формуле изобретения могут быть приведены признаки из описания с целью более точного определения объема охраны. Изобретение может применяться к самым различным разрядным устройствам, подключаемые к сети через промежуток, включая, но не ограничиваясь такими, как ОПН, мультикамерные, трубчатые, вентильные разрядники и т.п.

Описание изобретения дано для случая нахождения разрядного устройства под низким электрическим напряжением и подключения к высокому напряжению через технологический искровой промежуток. Однако такое подключение не ограничивает объем охраны изобретения и дано лишь в целях упрощения пояснения. В общем случае способ подключения разрядника по настоящему изобретению не является однозначно заданным и может меняться. В соответствии с изменением подключения разрядное устройство может находиться под высоким электрическим напряжением и подключаться к низкому напряжению через технологический искровой промежуток - такой вариант подключения является эквивалентным для настоящего изобретения, также как и любые другие, в которых реализуется принцип действия, представленный в описании.

На фигурах и в описании рассмотрены варианты, когда технологический и защитный искровые промежутки формируются между концами соответствующих электродов. В этих случаях разрядные пятна электродов, с которых исходит разрядная дуга, находятся на концах электродов. Однако в других вариантах, входящих в объем охраны настоящего изобретения, указанные искровые промежутки могут быть между ближайшими друг к другу частями соответствующих электродов. При этом ближайшие друг к другу части электродов в общем случае могут не являться концами электродов, хотя и могут быть ими (например, как это показано на сопровождающих фигурах).

В частности, электроды могут иметь изгибы, которые могут быть расположены друг к другу ближе, чем концы электродов (или, в одном из вариантов, изгиб одного электрода ближе к концу другого электрода). В таких случаях разрядные пятна электродов, с которых исходит разрядная дуга, находятся на изгибах и могут мигрировать по мере развития разряда на концы электродов. То есть разрядные дуги могут изначально развиваться на изгибах электродов, представляющих собой участки, наиболее близкие друг к другу - а затем переходить на концы электродов ввиду их меньшего радиуса изгиба поверхности. Все указанные варианты входят в объем охраны изобретения и дальнейшее описание также относится и к этим вариантам несмотря на то, что изобретение иллюстрируется на примерах, в которых участки электродов, ближайшие друг к другу, являются концами электродов.

На фиг. 1 показана схема известного разрядника (ОПН) с защитным промежутком, соответствующая фиг. 11 патента US 5663863. Разрядное устройство 1 (которое также может называться дугогасящим устройством, ДУ) при возникновении перенапряжения на проводе 2 подключается к нему через технологический промежуток g_1 , образованный между концами электродов 3 и 4 через канал разряда 8. ДУ 1 защищено от перенапряжений защитным промежутком g_2 , образованным между концами электродов 6 и 7, причём электрод 6 соединён с электродом 4, находящемся на высоковольтной стороне ДУ, а электрод 7 подключён к низковольтному электроду разрядника 5, соединённому с землёй. При срабатывании промежутка g_1 и воздействии волны перенапряжения через ДУ (разрядник в виде ОПН) 1 протекает большой ток, а поскольку сопротивление ОПН при срабатывании сильно падает, напряжение на промежутке g_2 возрастает незначительно.

На фиг. 2 показано срабатывание защитного промежутка разрядника g_2 по фиг. 1. Как видно из фиг. 2, промежуток g_2 никак не связан с технологическим промежутком g_1 . Защитный промежуток организован между отдельным высоковольтным электродом защитного промежутка 6, гальванически связанным с высоковольтным электродом разрядника 4, и электродом 7, соединённым с низковольтным электродом разрядника 5. Поэтому разрядное напряжение промежутка g_2 относительно высокое и только при очень большой величине тока, когда ОПН теряет свои нелинейные свойства, напряжение на нем существенно возрастает и может сработать промежуток g_2 . При таком способе защиты велика вероятность разрушения ОПН от токовой перегрузки - прежде чем сработает защитный промежуток g_2 , ОПН уже будет разрушен из-за слишком сильной токовой нагрузки и, следовательно, конструкция, показанная на фиг. 1 и 2, не выполняет функцию защиты разрядника 1.

Другим недостатком конструкции разрядника по фиг. 1 является то, что в технологическом промежутке g_1 образуется дуга с большим током к. з. и большой длительностью, определяемой временем срабатывания выключателя. Это приводит к значительной эрозии электрода разрядника 4.

На фиг. 3 представлена схема разрядника с защитным промежутком в соответствии с изобретением. В этом разряднике отсутствует электрод 6, а защитный промежуток g_2 организован между высоковольтным электродом 4 разрядника, участвующим в формировании канала разряда 8 технологического промежутка g_1 , и защитным электродом 7, прямо (непосредственно, гальванически) соединённым с низковольтным электродом 5 разрядника.

Защитный искровой промежуток g_2 выполнен непосредственно между защитным электродом 7 и тем концом высоковольтного электрода 4 разрядника, на который попадает искровой разряд 8, подключающий разрядник к электроду 3 под высоким электрическим напряжением (фиг. 3-5), или непосредственно между защитным электродом 7 и тем концом электрода 3 под высоким электрическим напряжением, с которого искровой разряд идет на высоковольтный электрод 4 (фиг. 6-8) разрядника, обеспечивается возможность искрового пробоя 9 защитного искрового промежутка g_2 при таких напряжениях, при которых разрядное устройство еще не вышло из строя, то есть до достижения экстремальных перенапряжений, выводящих разрядное устройство из строя.

Для того, чтобы сначала развивался разряд 8 в технологическом искровом промежутке g_1 , и только

потом разряд 9 в защитном искровом промежутке g_2 , электрическая прочность технологического искрового промежутка g_1 должна быть меньше электрической прочности защитного искрового промежутка g_2 . Это может обеспечиваться тем, что размер технологического искрового промежутка g_1 меньше размера защитного искрового промежутка g_2 , и тогда напряжение пробоя промежутка g_1 будет меньше напряжения пробоя промежутка g_2 . В другом варианте это может обеспечиваться тем, что напряженность пробоя технологического искрового промежутка g_1 меньше напряженности пробоя защитного искрового промежутка g_2 , например, за счет того, что промежуток g_1 организован между стержневыми электродами, а промежуток g_2 между стержневым электродом и металлической сферой (или полусферой) с большим радиусом, которая обеспечивает более равномерное электрическое поле.

Защитный промежуток g_2 преимущественно образован таким образом, что его канал разряда 9 развивается между пятном электрода 3 или 4, с которого развивается разряд при подключении разрядного устройства 1 к электроду 3 под высоким электрическим напряжением (и, далее, к высоковольтной сети 2), и защитным электродом 7. Благодаря тому, что при срабатывании технологического промежутка между электродами на конце электрода образуется расплавленное металлическое пятно, и в пространстве вблизи него - плазменное проводящее облако, создаются благоприятные условия для пробоя защитного промежутка. Он пробивается при относительно низком напряжении, существенно меньшем, чем разрядное напряжение защитного промежутка известной конструкции между холодными электродами.

На фигурах показана реализация изобретения совместно с электродом, находящимся под высоким электрическим напряжением. Он обозначен позицией 3 или 31 в зависимости от фигуры. Этот электрод может входить в состав разрядника, а может и быть внешним электродом, относительно которого устанавливается разрядник с обеспечением возможности формирования технологического искрового промежутка между концами и/или ближайшими друг к другу частями высоковольтного электрода и электрода под высоким электрическим напряжением.

Поскольку защитный электрод, соединенный с низковольтным электродом прямо или через соединительный искровой промежуток, устанавливается с возможностью формирования защитного искрового промежутка между концами и/или ближайшими друг к другу частями защитного электрода и высоковольтного электрода или электрода под высоким электрическим напряжением, то для реализации изобретения все три электрода: высоковольтный электрод, защитный электрод и электрод под высоким электрическим напряжением, а точнее говоря их концы и/или наиболее близкие части, должны преимущественно находиться в пределах прямой видимости друг друга или, другими словами, в пределах прямого доступа друг к другу в виде разрядных промежутков.

При таком расположении электродов разрядные промежутки - технологический и защитный - также находятся в пределах видимости друг друга. Все это обеспечивается тем, что разряды в защитном и технологическом промежутках в момент срабатывания защиты, обеспечиваемой защитным электродом, имеют одну общую точку (разрядное пятно) на одном из электродов: высоковольтном электроде (например, на фиг. 3-5) или электроде под высоким электрическим напряжением (например, на фиг. 6-8).

Для реализации изобретения электрическая прочность технологического искрового промежутка меньше электрической прочности защитного искрового промежутка. Варианты обеспечения этого условия даны в настоящем описании. Так как в формировании технологического и защитного промежутков (g_1 и g_2 , соответственно) участвуют три электрода (3, 4 и 7), преимущественно находящихся в пределах прямой видимости, в такой конструкции будет еще один искровой промежуток (между электродами 3 и 7 на фиг. 3), разряд в котором не должен происходить ни до инициации разряда в технологическом промежутке g_1 , ни до инициации разряда в защитном промежутке g_2 . Для этого электрическая прочность этого третьего искрового промежутка должна быть больше как электрической прочности технологического искрового промежутка, так и электрической прочности защитного искрового промежутка.

Это может быть обеспечено различными методами, представленными в настоящем описании. Например, это может быть обеспечено, в частности, большим расстоянием между защитным электродом и электродом под высоким электрическим напряжением (то есть большим размером указанного третьего искрового промежутка) по сравнению с расстояниями между высоковольтным электродом и электродом под высоким электрическим напряжением (то есть размером технологического искрового промежутка), а также между защитным электродом и высоковольтным электродом (то есть размером защитного искрового промежутка).

На фиг. 4 показана первоначальная стадия срабатывания защитного промежутка разрядника по фиг. 3. Благодаря тому, что при срабатывании технологического промежутка g_1 между электродами 3 и 4 на конце электрода 4 образуется расплавленное металлическое пятно, и в пространстве вблизи него - плазменное проводящее облако, создаются благоприятные условия для пробоя защитного промежутка g_2 . Ввиду наличия около защитного промежутка g_2 плазменного облака, образовавшегося в результате пробоя разрядного промежутка g_1 , защитный промежуток g_2 пробивается при заданном, относительно низком напряжении, которое обеспечивает защиту разрядного устройства 1 на фиг. 3-13 до его разрушения и/или выхода из диэлектрической зоны рабочих напряжений при экстремальном перенапряжении.

Следует отметить, что при известной из патента US 5663863 конструкции защитного промежутка g_2 (см. фиг. 1 и 2) между холодными электродами, удаленными от промежутка g_1 , разрядное напряжение

промежутка g_2 на фиг. 1 и 2 существенно выше, чем разрядное напряжение промежутка g_2 конструкции по настоящему изобретению, различные варианты которой представлены на фиг. 3-13.

На фиг. 5 показана завершающая стадия срабатывания защитного промежутка разрядника по фиг. 3. Каналы технологического промежутка g_1 и защитного промежутка g_2 9 сливаются в один канал 10 между электродами 3 и 7. При этом электрод 4 разрядника не участвует в протекании тока короткого замыкания и, в отличие от разрядника известной конструкции по фиг. 1, его эрозия незначительна.

На фиг. 6 представлен другой вариант разрядника в соответствии с изобретением. В этой схеме также отсутствует электрод 6, а защитный промежуток g_2 организован между электродом 3 под высоким электрическим напряжением (электродом сети), участвующим в формировании канала разряда 8 технологического промежутка g_1 , и низковольтным электродом 7.

На фиг. 7 показано срабатывание защитного промежутка разрядника по фиг. 6. Благодаря тому, что при срабатывании технологического промежутка g_1 между электродами 3 и 4 на конце электрода 3 образуется расплавленное металлическое пятно, и в пространстве вблизи него - плазменное проводящее облако, создаются благоприятные условия для пробоя защитного промежутка g_2 . Он пробивается при заданном, относительно низком напряжении, что также обеспечивает защиту разрядника 1 до его разрушения и/или выхода из диапазона рабочих напряжений.

На фиг. 8 показана завершающая стадия срабатывания защитного промежутка разрядника по фиг. 6. При срабатывании защитного промежутка g_2 основной ток протекает по каналу разряда 9 между электродами 3 и 7 и далее на землю. Ток через канал 8 незначителен, поэтому канал 8 гаснет. Электрод разрядника 4 не участвует в протекании тока короткого замыкания и, в отличие от разрядника известной конструкции по фиг. 1, его эрозия незначительна.

На фиг. 9 представлена гирлянда разрядников по изобретению. Разрядные устройства 11, 12, 13, входящие в гирлянду, подключаются к проводу 2 и соединяются между собой при помощи разрядных каналов 81, 82, 83 технологических искровых промежутков g_1 . Разрядные устройства 11, 12, 13 последовательных участков I, II, III закреплены на изоляционной конструкции (на фиг. 9 и фиг. 10 она не показана). Гирлянда разрядников подключается к проводу через разрядный канал 81 первого технологического промежутка g_1 , образованного между высоковольтным электродом 31, установленным на проводе, и высоковольтным электродом 41 первого разрядника. Второй разрядник подключается при помощи канала 82 промежутка g_1 , образованным между низковольтным электродом 51 первого разрядника, (который прямо (непосредственно, гальванически) соединен с высоковольтным электродом промежутка 32 для второго разрядника), и высоковольтным электродом 42 второго разрядника. Аналогично происходит подключение третьего и последующих разрядников. Низковольтный электрод последнего разрядника (в варианте гирлянды из трёх разрядников, показанном на фиг. 7, это электрод 53) соединяется с землёй.

У каждого разрядника свой защитный промежуток g_2 , образованный между соответствующими высоковольтными электродами 41, 42, 43 и защитными электродами 71, 72, 73, прямо (непосредственно, гальванически) соединёнными с соответствующими низковольтными электродами 51, 52, 53.

На фиг. 10 показано срабатывание защитных промежутков гирлянды разрядников по фиг. 9 при токе, имеющем недопустимо высокое значение для разрядников, но еще до достижения экстремального перенапряжения, выводящего разрядные устройства из строя. При этом ток протекает от провода 2 по электроду 31, по каналу 81, по каналу 91, по электроду 71, по электроду 51 к электроду 32, по каналу 82, по каналу 92, по электроду 72, по электроду 52 к электроду 33, по каналу 83, по каналу 93, по электроду 73 и по электроду 53 в обход разрядных устройств 11, 12 и 13. Таким образом осуществляется защита разрядных устройств 11, 12 и 13 от недопустимых токов и экстремальных перенапряжений.

На фиг. 11 показан вариант выполнения гирлянды разрядников по изобретению. Каждый из разрядников в гирлянде (кроме последнего, подсоединённого к земле) имеют по два защитных промежутка g_2 . Один образован между соответствующими высоковольтными электродами 41, 42, 43 и верхними концами электродов 71, 72, 73, а второй - между соответствующими нижними концами защитных электродов 71, 72, 73 и низковольтными электродами 51, 52, 53 разрядников 11, 12, 13 и является, по сути, соединительным искровым промежутком для защитных электродов. Разрядники 11, 12, 13 закреплены на изоляционной конструкции (на фиг. 9, 10 и 11 она не показана).

На фиг. 12 показано первоначальное срабатывание защитных промежутков g_2 гирлянды разрядников по фиг. 11. При этом ток, имеющий недопустимо высокое значение для разрядника, протекает от провода 2 по электроду 31, по каналу 81, по каналу верхнего защитного промежутка 91, по электроду 71, по каналу нижнего защитного промежутка 101, по каналу технологического промежутка 82, по каналу верхнего защитного промежутка второго разрядника 92, электроду 72, по каналу нижнего защитного промежутка 102, по каналу технологического промежутка 83, по каналу верхнего защитного промежутка второго разрядника 93, электроду 73 и по электроду 53 в обход разрядников 11, 12 и 13.

На фиг. 13 показано заключительное срабатывание защитных промежутков гирлянды разрядников по фиг. 11. После срабатывания защитных промежутков, показанных на фиг. 12, происходит слияние дуговых каналов. Канал 81 сливается с каналом 91 в единый канал 111. Каналы 101, канал 82 и канал 92 сливаются в единый канал 112. Каналы 102, канал 83 и канал 93 сливаются в единый канал 113. Причём эти единые дуговые каналы 111, 112, 113 отрываются от электродов 41, 42, 43, 51 и 52 разрядников гир-

лянды. При этом ток, имеющий недопустимо высокое значение для разрядника, протекает от провода 2 по электроду 31, по каналу 111, по электроду 71, по каналу 112, электроду 72, по каналу 113, по электроду 73 и электроду 53 вне разрядников 11, 12 и 13. При этом осуществляется защита разрядников 11, 12 и 13 от недопустимых токов и практически нет эрозии электродов 41, 42, 43, 51 и 52 разрядников 11, 12 и 13.

Показанные на фиг. 3-13 и описанные в этом разделе разрядники и гирлянды разрядников могут применяться в линии электропередачи, содержащей опоры, одиночные изоляторы и/или изоляторы, собранные в колонки или гирлянды, и, по меньшей мере, один находящийся под высоким электрическим напряжением провод, связанный непосредственно или посредством крепежных устройств с элементами арматуры одиночных изоляторов и/или первых изоляторов колонок или гирлянд изоляторов. Каждый одиночный изолятор или каждая колонка или гирлянда изоляторов закреплена (закреплена) на одной из опор посредством элемента своей арматуры, смежного с указанной опорой. В соответствии с изобретением линия электропередачи может содержать, по меньшей мере, один разрядник по любому из вышеописанных вариантов и/или, по меньшей мере, одну гирлянду разрядников по любому из вышеописанных вариантов. Электрод под высоким электрическим напряжением должен быть соединен с проводом, находящимся под высоким электрическим напряжением.

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 изобретения, определяемый последующей формулой изобретения. Описанные варианты могут объединяться и комбинироваться в любых сочетаниях, обеспечивающих реализацию принципа действия и достижение технических результатов, в том числе и дополнительных. В результате комбинации отдельных вариантов могут достигаться добавочные технические результаты.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Разрядник, включающий в себя разрядное устройство, высоковольтный электрод, соединенный с разрядным устройством и установленный с возможностью формирования технологического искрового промежутка между концами и/или ближайшими друг к другу частями высоковольтного электрода и электрода под высоким электрическим напряжением, и низковольтный электрод, соединенный с разрядным устройством, отличающийся тем, что включает в себя защитный электрод, соединенный с низковольтным электродом прямо или через соединительный искровой промежуток и установленный с возможностью формирования защитного искрового промежутка между концами и/или ближайшими друг к другу частями защитного электрода и высоковольтного электрода или электрода под высоким электрическим напряжением, причем электрическая прочность технологического искрового промежутка меньше электрической прочности защитного искрового промежутка.

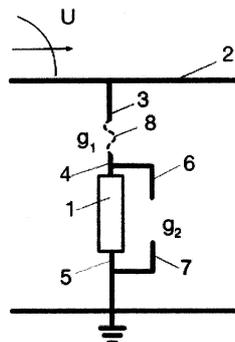
2. Разрядник по п.1, отличающийся тем, что размер технологического искрового промежутка меньше размера защитного искрового промежутка.

3. Разрядник по п.1, отличающийся тем, что напряженность пробоя технологического искрового промежутка меньше напряженности пробоя защитного искрового промежутка.

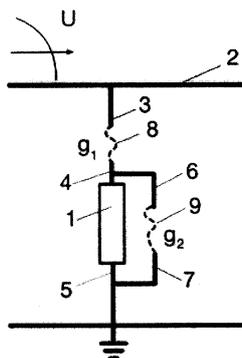
4. Разрядник по п.1, отличающийся тем, что защитный промежуток образован таким образом, что его канал разряда развивается между пятном электрода, с которого развивается разряд при подключении разрядного устройства к электроду под высоким электрическим напряжением, и защитным электродом.

5. Разрядник по п.1, отличающийся тем, что разрядное устройство представляет собой ограничитель перенапряжения нелинейный или мультикамерный разрядник или трубчатый разрядник или вентильный разрядник.

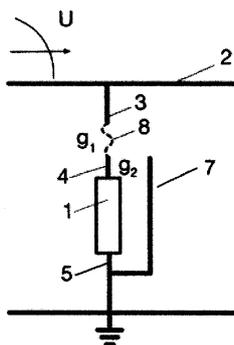
6. Гирлянда разрядников, отличающаяся тем, что она выполнена в виде цепочки последовательно соединенных через искровые воздушные промежутки разрядников по любому из пп.1-5.



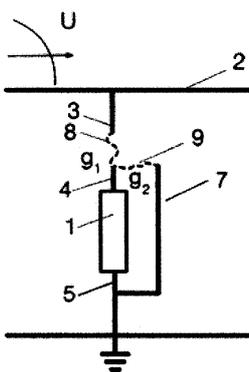
Фиг. 1



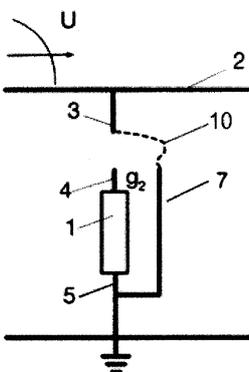
Фиг. 2



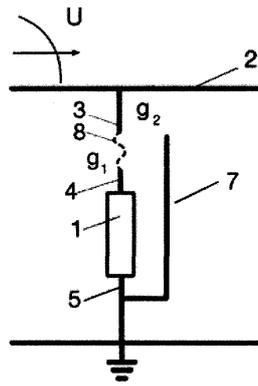
Фиг. 3



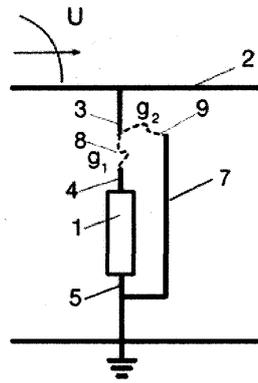
Фиг. 4



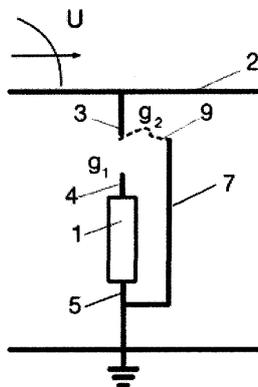
Фиг. 5



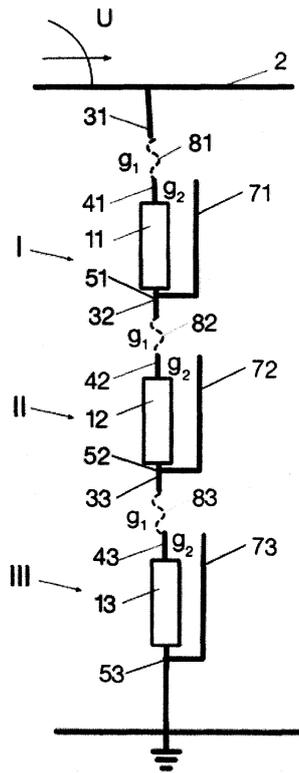
Фиг. 6



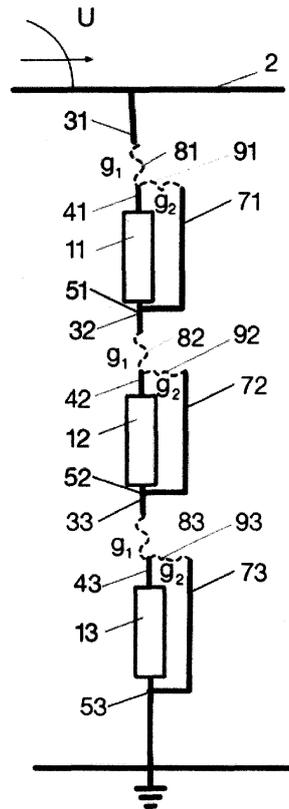
Фиг. 7



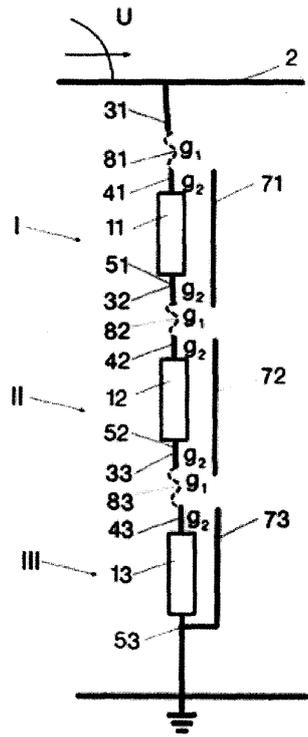
Фиг. 8



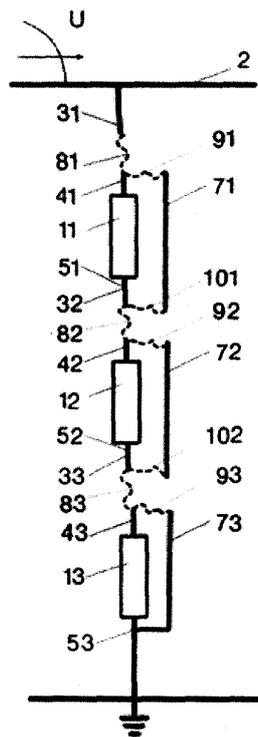
Фиг. 9



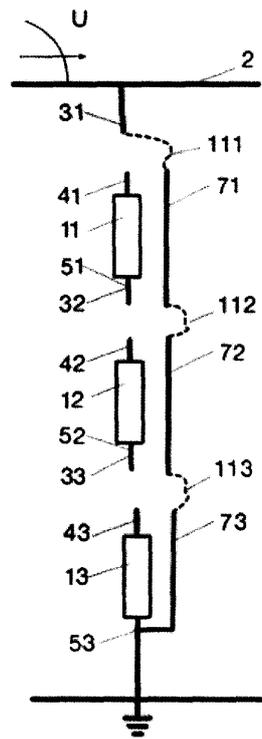
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

