

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В
СООТВЕТСТВИИ С ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро

(43) Дата международной публикации
06 июля 2023 (06.07.2023)

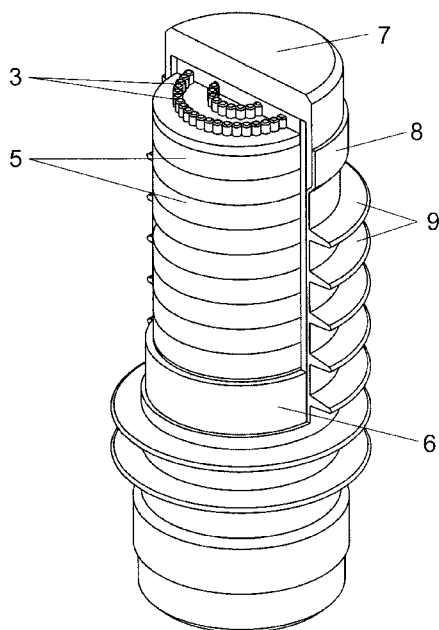


(10) Номер международной публикации
WO 2023/128838 A1

- (51) Международная патентная классификация:
H02H 3/22 (2006.01) *H01T 4/16* (2006.01)
- (21) Номер международной заявки: РСТ/RU2023/000003
- (22) Дата международной подачи:
10 января 2023 (10.01.2023)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2021139441 28 декабря 2021 (28.12.2021) RU
- (71) Заявитель: АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "НПО
"СТРИМЕР" (STREAMER, ELECTRIC COMPANY
INC.) [RU/RU]; Невский пр., 147, пом. 17Н Санкт-Пе-
тербург, 191024, Saint-Petersburg (RU).
- (72) Изобретатель: ЕНЬКИН, Евгений Юрьевич
(ENKIN, Evgenii Yurievich); Колтушское шоссе, 124, к.
2, кв. 12 г. Всеволожск, 188643, г. Vsevolozhsk (RU).
- (74) Агент: ПУЛЯЕВ, Александр Викторович
(PULIAEV, Aleksandr Viktorovich); а/я 208 Санкт-Пе-
тербург, 194358, St. Petersburg (RU).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE,
KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS,
RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.
- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, CV,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: SURGE PROTECTOR

(54) Название изобретения: ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ



Фиг. 2

(57) Abstract: The invention is a surge protector comprising a housing and discharge modules. The discharge modules comprise insulating bodies and a plurality of electrodes arranged in said insulating bodies with the formation of discharge gaps between the electrodes. The discharge modules are arranged inside the housing and are electrically connected in series. The mechanical strength of the housing is greater than the mechanical strength of the discharge modules. The technical result of the invention is a reduction in the dimensions of the surge protector by comparison with surge protectors having equivalent voltage ratings.

(57) Реферат: Изобретение представляет собой ограничитель перенапряжений, включающий в себя корпус и разрядные модули. Разрядные модули включают в себя изоляционные тела и множество электродов, размещенных в изоляционных телах и образующих разрядные зазоры между собой. Разрядные модули размещены в корпусе и последовательно электрически соединены. Механическая прочность корпуса выше механической прочности разрядных модулей. Техническим результатом изобретения является снижение размеров ограничителя перенапряжений по сравнению с ограничителями перенапряжений соответствующих классов напряжений.

WO 2023/128838 A1

Опубликована:

- с отчётом о международном поиске (статья 21.3)
- до истечения срока для изменения формулы изобретения и с повторной публикацией в случае получения изменений (правило 48.2(h))
- дата подачи международной заявки находится в течение двух месяцев после истечения приоритетного срока (правило 26bis.3)

ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к разрядникам и, в частности, ограничителям
5 перенапряжений для защиты от перенапряжений, например, грозовых,
электроустановок, высоковольтных линий электропередачи и электрических сетей.
Изобретение также относится к высоковольтным линиям электропередачи,
имеющим в своем составе элементы, снабженные такими ограничителями
перенапряжений.

10

Уровень техники

Молниевые разряды являются одним из наиболее опасных явлений для
эксплуатации высоковольтных линий электропередачи. При грозовом разряде в
линии электропередачи проходит импульс перенапряжения, который может
15 привести к аварийному отключению линии электропередачи из-за импульсного
перекрытия линейной изоляции и возникновения короткого замыкания, а также к
выходу из строя электрооборудования, соединенного с ней.

В качестве решения проблемы грозовых перенапряжений в патенте
RU2319247 предложен ограничитель перенапряжений для защиты
20 электрооборудования или линии электропередачи, содержащий корпус, два
основных электрода, механически связанных с корпусом, и множество варисторов,
расположенных между основными электродами с взаимным смещением, по
меньшей мере, вдоль продольной оси корпуса.

Варисторы могут изготавливаться, например, путем литья расплавленного
25 материала с нелинейными электрическими характеристиками в форму для
изготовления варистора. Изготовленные таким образом варисторы размещают в
корпусе между основными электродами.

При воздействии на такой ограничитель перенапряжения импульса грозового
перенапряжения сопротивление варисторов резко падает и ток грозового
30 перенапряжения отводится через опору в землю. Как только импульс грозового
перенапряжения проходит, сопротивление варисторов восстанавливается и линия
электропередачи продолжает бесперебойную работу. Такой способ защиты
электрооборудования от перенапряжений является достаточно эффективным. В то
же время вышеописанный ограничитель перенапряжений обладает такими
35 недостатками, как недостаточная прочность при больших импульсах тока,

протекающих через варисторы, например, при прямых ударах молнии в ЛЭП. Кроме того, варисторы весьма чувствительны к климатическим воздействиям окружающей среды, таким как температура, осадки, влажность и т.п., в связи с чем приходится прикладывать значительные усилия по их изоляции от окружающей среды. Также необходимо отметить недолговечность ограничителей перенапряжений в связи с быстрой деградацией варисторов даже в ходе штатной эксплуатации.

Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является исключение вышеописанных недостатков.

Задача настоящего изобретения решается с помощью ограничителя перенапряжений, включающего в себя корпус и разрядные модули. Разрядные модули включают в себя изоляционные тела и множество электродов, размещенных в изоляционных телах с разрядными зазорами между собой. Разрядные модули размещены в корпусе и последовательно электрически соединены. Механическая прочность корпуса должна быть выше механической прочности разрядных модулей.

Разрядные зазоры преимущественно изолированы (герметично или негерметично) корпусом от внешнего пространства. Разрядные зазоры могут быть изолированы (герметично или негерметично) в разрядных модулях. Электроды ограничителя перенапряжений предпочтительно формируют множество последовательных разрядных зазоров, общее количество которых (т.е. последовательных разрядных зазоров между электродами ограничителя перенапряжений) составляет не менее величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на приэлектродное падение напряжения. Кроме того, электроды ограничителя перенапряжений преимущественно формируют множество последовательных разрядных зазоров, общее количество которых (т.е. последовательных разрядных зазоров между электродами ограничителя перенапряжений) составляет не более величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на 10 или 50 или 100 или 500 или 1000 величин приэлектродного падения напряжения.

В частности, электроды ограничителя перенапряжений могут формировать множество последовательных разрядных зазоров, общее количество которых (т.е. последовательных разрядных зазоров между электродами ограничителя перенапряжений) составляет не менее величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на 500 В или на 300 В или на 200 В или

на 100 В или на 50 В или на 30 В или на 20 В или на 15 В или на 10 В и/или не более величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на 30 В или на 20 В или на 15 В или на 10 В или на 5 В или на 1 В или на 0,5 В.

Разрядный модуль может содержать не менее 10 или 15 или 20 или 30 или
5 50 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 электродов и/или не более 20 или 30
или 50 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 или 1000 или 1500 или 2000 или
3000 или 5000 электродов. Кроме того, ограничитель перенапряжений может
содержать не менее 2 или 3 или 5 или 10 или 15 или 20 или 30 или 50 или 75 или
100 или 150 или 200 или 300 или 500 разрядных модулей и/или не более 10 или 15
10 или 20 или 30 или 50 или 75 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 или 1000 или
1500 или 2000 или 3000 разрядных модулей.

Электроды предпочтительно расположены с образованием разрядных
зазоров (т.е., по сути, с разрядными зазорами) величиной не более 0,1 мм или 0,2
мм или 0,3 мм или 0,5 мм или 0,7 мм или 1 мм или 1,2 мм или 1,5 мм. Кроме того,
15 электроды преимущественно расположены с образованием разрядных зазоров (т.е.,
по сути, с разрядными зазорами) величиной не менее 0,01 мм или 0,02 мм или 0,03
мм или 0,05 мм или 0,07 мм или 0,1 мм или 0,2 мм или 0,3 мм или 0,5 мм или 0,7 мм
или 1 мм.

Электрическое соединение разрядных модулей может осуществляться
20 непосредственным соединением их электродов или через разрядные зазоры.
Изоляционные тела разрядных модулей могут быть выполнены с использованием
полимерного материала или, например, силиконовой резины. Корпус может быть
выполнен с использованием полимерного материала и/или металла и/или
композитной структуры и/или арматурной оплетки. Корпус может включать в себя
25 трубу, которая может быть выполнена с возможностью размещения и/или
закрепления внутри нее разрядных модулей. Разрядные модули могут быть
выполнены в виде дисков, а корпус может включать в себя цилиндрическую трубу,
внутренний диаметр которой больше внешнего диаметра разрядных модулей.
Ограничитель перенапряжения может содержать, по меньшей мере один или более
30 варисторов, включенных последовательно и/или параллельно с разрядными
модулями.

Техническим результатом изобретения является повышение надежности
ограничителя перенапряжений по сравнению с ограничителями перенапряжений,
содержащих в качестве нелинейных или ограничительных элементов только
35 варисторы. Рост надежности заключается в большем сроке эксплуатации и большей

устойчивости ко внешним воздействиям, таким как сильные токи вследствие молниевых ударов повышенной мощности и неблагоприятные климатические воздействия (влажности, температура и т.п.).

В частности, ограничитель перенапряжений может без деградации своих
5 свойств или элементов (или при сохранении работоспособности) пропускать через себя более сильные токи, чем варисторные ограничители перенапряжений. Более сильные токи вызываются более близкими к линии электропередачи ударами молний, а также прямыми ударами молний (ПУМ). В результате сильных токов, протекающих через варисторы и вызванных более мощными перенапряжениями,
10 появляющихся в линии электропередачи в результате близких и прямых ударов молний, варисторы разрушаются или ускоренно деградируют вследствие сильного нагрева и других сопутствующих факторов, и ограничители перенапряжений из уровня техники очень быстро выходят из эксплуатации, создавая угрозы поражения грозовыми перенапряжениями для электрооборудования.

Предложенный же ограничитель перенапряжения с мультиэлектродными
15 многоззорными разрядными модулями сохраняют свои эксплуатационные свойства даже после прохождения токов, вызванных ПУМ. Даже в тех случаях, когда в составе предложенного ограничителя перенапряжений использованы варисторы и эти варисторы разрушились или их свойства деградировали, мультиэлектродные
20 многоззорные разрядные модули лишь незначительно нагреваются и продолжают осуществлять свои функции защиты от перенапряжений – это и означает, что предложенный ограничитель перенапряжений является более надежным по сравнению с ограничителями из уровня техники. Даже если импульс перенапряжения слишком велик, ограничитель перенапряжений в соответствии с
25 настоящим изобретением успеваеет пропустить через себя ток, необходимый для ограничения перенапряжения, и только затем могут начаться процессы разрушения – это связано с тем, что электрические процессы происходят значительно быстрее, чем механические.

Кроме того, надежность ограничителя перенапряжений повышена из-за того,
30 что мультиэлектродные многоззорные разрядные модули не разрушаются или деградируют значительно медленнее, чем варисторы, даже при штатной работе ограничителя перенапряжений. Это значит, что ограничитель перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением без использования варисторов будет дольше сохранять свои свойства по сравнению с ограничителем перенапряжений из
35 уровня техники. Даже в тех вариантах, когда ограничитель перенапряжений в

соответствии с настоящим изобретением использует в своем составе варисторы, он все равно будет сохранять свою работоспособность и защитные характеристики дольше, чем ограничитель перенапряжений из уровня техники только с варисторами. Это также говорит о повышенной надежности предложенного ограничителя перенапряжений.

Также необходимо отметить, что ограничитель перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением менее чувствителен к герметичности корпуса по сравнению с ограничителями из уровня техники. Мультиэлектродные многозачерные разрядные модули не разрушаются или не деградируют при отсутствии герметичности, что значительно увеличивает их надежность и срок службы по сравнению с варисторами. Даже в тех вариантах, когда ограничитель перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением использует в своем составе варисторы, он все равно является более надежным, поскольку при разгерметизации корпуса он будет сохранять свою работоспособность и защитные характеристики в отличие от ограничителя перенапряжений из уровня техники только с варисторами, поскольку после разрушения варисторов защитную функцию продолжают выполнять мультиэлектродные многозачерные разрядные модули.

Все вышеприведенные факторы свидетельствуют о повышенной надежности ограничителя перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 показано устройство разрядного модуля в частичном разрезе.

На фиг. 2 представлена конструкция ограничителя перенапряжений в частичном разрезе.

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.

На фиг. 1 в частичном разрезе показан разрядный модуль, выполненный в виде диска. Форма диска является лишь одним из возможных вариантов реализации разрядного модуля и ее выбор для иллюстрации изобретения основан на более простой реализации ограничителя перенапряжений в виде цилиндра, что обеспечивает повышенную прочность. В других вариантах реализации возможны другие формы разрядных модулей и ограничителя перенапряжений в целом, которые входят в объем охраны изобретения.

Изоляционное тело 1 показано лишь наполовину для большей ясности расположения электродов 2-4. В полноценном виде разрядный модуль можно увидеть на фиг. 2, где все модули, кроме верхнего, показаны в целом виде, без разреза. На фиг. 1 электроды 3, выступающие из изоляционного тела 1, показанного частично, на самом деле полностью закрыты диэлектрическим материалом, из которого выполнено изоляционное тело, и, таким образом, находятся полностью в изоляционном теле. Электроды 2 и 4 частично выступают из изоляционного тела 1, как это описано далее.

Разрядный модуль состоит из изоляционного тела 1 и множества электродов 2, 3 и 4, размещенных в изоляционном теле и образующих разрядные зазоры между собой. Изоляционные тела разрядных модулей предпочтительно выполнены с использованием таких диэлектрических материалов, как полимерные материалы, например, силиконовая резина. Благодаря использованию таких материалов упрощается и становится более технологичным изготовление разрядных модулей, а также сборка ограничителя перенапряжений с использованием этих модулей. Кроме того, пластичные и упругие свойства изоляционных тел разрядных модулей, выполненных с использованием таких материалов, позволяют дополнительно повысить прочность ограничителя перенапряжений в целом, как это будет показано далее.

Также с помощью таких разрядных модулей достигается основной технический результат настоящего изобретения, а именно повышение надежности ограничителей перенапряжений по сравнению с ограничителями перенапряжений, включающих в свой состав исключительно варисторы. Это происходит благодаря тому, что материалы, используемые при изготовлении изоляционного тела разрядного модуля – например, полимерные материалы, в том числе силиконовая резина, более устойчивы к электрическим воздействиям и неблагоприятным климатическим воздействиям, чем металл-оксидные материалы варисторов.

Электроды 2 и 4 представляют собой крайние электроды, обеспечивающие возможность соединения между собой разрядных модулей, и поэтому могут называться соединительными электродами. Они предназначены для подачи в разрядный модуль напряжения (в т.ч. перенапряжения) и с этой целью могут выступать из изоляционного тела или же может предусматриваться возможность подключения к ним через изоляционное тело, если расположены полностью в нем, с помощью соединительных электродов, пропускаемых через мягкое изоляционное тело (например, выполненное из силикона) или через отверстие в изоляционном теле. Например, на фиг. 1 электрод 2 выступает на одну (нижнюю) сторону разрядного модуля, выполненного в форме диска, а электрод 4 выступает на другую (верхнюю) сторону разрядного модуля.

Электроды 3 являются промежуточными электродами, расположенными между соединительными электродами 2 и 4 не обязательно геометрически, а в том смысле, что разряд начинается между одним соединительным электродом и ближним к нему (например, выходящим в ту же разрядную камеру, что и основной электрод) промежуточным электродом, далее – разряды последовательно развиваются в разрядных камерах между промежуточными электродами и заканчиваются в разрядном зазоре между последним промежуточным электродом и вторым соединительными электродом. Соединительные электроды могут быть соединены с соседними промежуточными электродами непосредственно или, предпочтительно, через разрядные зазоры в разрядных камерах – то есть расположены с разрядными зазорами между собой в разрядных камерах. При непосредственном соединении с соседними промежуточными электродами первый и последний разряд развиваются между промежуточными электродами.

Соединение разрядных модулей может быть обеспечено и без выступления соединительных электродов из изоляционных тел модулей. Например, внешняя поверхность соединительных электродов может быть продолжением поверхности изоляционного тела или быть близкой к ней, например, с незначительным углублением. Тогда соединительные электрода соседних разрядных модулей могут соединяться непосредственно путем контакта между собой при соприкосновении модулей друг с другом или с помощью дополнительных электродов. Кроме того, разрядные модули могут устанавливаться с обеспечением разрядных зазоров между их электродами (имеются ввиду соединительные электроды). В таком случае может говориться о том, что разрядные модули соединены с помощью разрядного зазора при расположении соединительных электродов соседних модулей друг напротив друга.

Кроме того, соединительные электроды могут быть заглублены в изоляционных телах открытым или закрытым образом (в последнем случае они покрыты материалом изоляционного тела) и соединяться с помощью дополнительных электродов, устанавливаемых между соединительными электродами при сборке ограничителя перенапряжений. Дополнительные электроды могут проходить через изоляционное тело к соединительным электродам через отверстия (углубления) в изоляционном теле, формируемые при их изготовлении или при прохождении через изоляционное тело дополнительных электродов. В том случае, если соединительные электроды содержат отверстия, дополнительные электроды могут проходить в том числе в эти отверстия.

Соединительные и промежуточные электроды совместно могут называться просто электродами. Электроды могут быть выполнены с использованием токопроводящих материалов, в том числе графита и металлов, например, стальных, алюминиевых, медных, вольфрамовых и других известных сплавов. Форма электродов может быть любой, обеспечивающей возможность осуществления разрядов между электродами. Например, электроды могут быть выполнены в виде шариков, цилиндров, колец, трубочек, эллипсоидов, дисков, призм и т.п.

Изготовление электродов из указанных токопроводящих материалов обеспечивает повышение надежности разрядных модулей и предложенного ограничителя перенапряжений в целом, т.к. указанные токопроводящие материалы имеют большую устойчивость к электрическим воздействиям и неблагоприятным климатическим воздействиям, чем металл-оксидные материалы варисторов. В то же время ни материалы изоляционного тела, ни электродов разрядных модулей не обладают нелинейностью электрических свойств, характерной для металл-оксидных материалов, используемых для изготовления варисторов. Нелинейность свойств разрядных модулей, в частности, их сопротивление, обеспечивается наличием разрядных зазоров между электродами.

Благодаря применению множества электродов с образованием множества разрядных зазоров между ними снижается разрядное напряжение в каждом разрядном зазоре, поскольку общее разрядное напряжение, подаваемое на ограничитель перенапряжений в целом и каждый из его разрядных модулей в частности, делится на общее количество разрядных зазоров. Таким образом, в каждом разрядном зазоре действует напряжение, меньшее поданного на ограничитель перенапряжений напряжения или перенапряжения в общее количество разрядных зазоров в ограничителе перенапряжений. Это позволяет

снизить требования к электрическим и механическим свойствам (в частности, прочности) материалов, применяемых для изготовления разрядных модулей, в результате чего становится возможной реализация изоляционных тел разрядных модулей с использованием полимерных материалов, в том числе силиконовой резины. Кроме того, снижение разрядных напряжений в каждом разрядном зазоре позволяет уменьшить их размеры, что открывает возможность выполнения ограничителя перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением более компактным, например, в тех же размерах, что ограничители перенапряжений из уровня техники, использующие варисторы.

На фиг. 2 показана конструкция ограничителя перенапряжений в целом. Разрядные модули 5, устройство которых детально показано на фиг. 1, а также на фиг. 2 для верхнего модуля (в частности, видны электроды 3, установленные в изоляционном теле 1), размещены в корпусе 6 и последовательно электрически соединены. Электрическое соединение модулей выполняется путем соединения между собой соединительных электродов соседних разрядных модулей. В частности, могут быть соединены соединительный электрод, выступающий вверх из нижнего разрядного модуля, с соединительным электродом, выступающим вниз из верхнего разрядного модуля. Соединение предпочтительно является непосредственным (прямым) электрическим соединением, однако может применяться и соединение с помощью разрядных зазоров между соединительными электродами соседних разрядных модулей – в таком случае электрический разряд будет переходить на соседние модули через пробой разрядных зазоров, через которые начинает течь электрический ток в виде искры.

Таким образом, при установке разрядных модулей с разрядным зазором между соединительными электродами соседних модулей сам разрядный зазор представляет собой электрическое соединение соединительных электродов соседних разрядных модулей при пробое разрядного зазора импульсом перенапряжения с формированием разрядной дуги (тока), несмотря на то что разрядный зазор фактически разделяет эти соединительные электроды при отсутствии перенапряжения и разрядной дуги. Однако благодаря такому расположению соединительных электродов соседних разрядных модулей, при котором они формируют разрядные зазоры между собой (предпочтительно по одному между каждой парой), соединительные электроды могут считаться электрически соединенными между собой. Такой способ электрического соединения соединительных электродов соседних разрядных модулей – через разрядных зазоры – обеспечивает дополнительное преимущество настоящему изобретению,

закрывающееся в том, что так в ограничителе перенапряжений организованы дополнительные разрядные зазоры, что дополнительно снижает разрядное напряжение на каждом из них и, следовательно, дополнительно повышает надежность ограничителя перенапряжений.

5 Корпус предпочтительно содержит трубу, внутри которой могут размещаться и/или закрепляться разрядные модули. Размещение разрядных модулей в корпусе, в том числе в трубе, представляет собой помещение внутрь корпуса (например, 10 трубы), разрядных модулей. Например, они могут вводиться внутрь через отверстие в корпусе или размещаться в одной из частей корпуса, а потом закрываться другой частью корпуса. Для того, чтобы разрядные модули могли быть размещены в 15 корпусе (трубе), они предпочтительно имеют размеры меньше, чем внутренние размеры корпуса (трубы). Однако в некоторых вариантах разрядные модули могут иметь такие же размеры, как внутренние размеры корпуса (трубы), или даже больше – в последнем случае они могут сжиматься, сворачиваться или другим 20 образом менять форму для того, чтобы разместиться в корпусе (трубе).

Разрядные модули предпочтительно закреплены внутри корпуса (например, 25 внутри трубы). Закрепление может осуществляться механическими, тепловыми, химическими или другими способами. Например, разрядные модули могут быть закреплены внутри корпуса (трубы) за счет механических креплений (резьбовых, 30 защелочных, обмоточных, прижимных и т.п.), за счет посадки с натягом, когда модули зажаты внутри корпуса (трубы) за счет сжатия модулей, размер которых незначительно превышает внутренний размер корпуса (трубы), и других механических способов крепления, или путем охвата разрядных модулей корпусом (трубой с торцевыми элементами) со всех сторон. В других вариантах разрядные 35 модули могут быть закреплены внутри корпуса (трубы) за счет тепловых способов соединений, таких как пайка, сварка, тепловое сжатие/расширение материалов (эти способы используют или могут быть использованы для реализации, в том числе, механических способов крепления). Кроме того, разрядные модули могут быть закреплены внутри корпуса (трубы) с помощью химических методов, таких как приклеивание, частичное растворение, сплавление и т.п.

Благодаря протяженности трубы в продольном направлении в ней можно размещать разное количество разрядных модулей в соответствии с тем напряжением, на которое рассчитан ограничитель перенапряжений, а длина трубы может быть технологично изменена в соответствии с количеством разрядных 40 модулей путем резания или пиления. В частности, как показано на фиг. 2, корпус

может включать в себя цилиндрическую трубу, применение которой упрощает изготовление или подбор трубы необходимого размера, а также повышает прочность корпуса, так как цилиндрическое тело равномерно распределяет напряжение без концентраций. В цилиндрической трубе преимущественно используются дисковые разрядные модули. В других вариантах труба может иметь не круглое сечение, а овальное, эллиптическое, многоугольное и т.п. Форма разрядных модулей должна соответствовать внутренней форме корпуса и также может быть не только круглой (дисковой), но и овальной, эллиптической, многоугольной, призматической и т.п.

В показанном на фиг. 2 варианте реализации корпус 6 ограничителя перенапряжений снабжен электродами 7, обеспечивающими подачу напряжения на разрядные модули, для чего электроды 7 могут быть соединены с соединительными электродами крайних разрядных модулей непосредственно или через разрядные зазоры. Электроды 7 могут называться основными электродами. Как видно на фиг. 2, электроды 7 представляют собой крышки, закрывающие корпус 6. Например, электроды 7 могут надеваться на корпус 6 или накручиваться на него, если предусмотрено резьбовое соединение, которое обеспечивает повышенную прочность такого соединения и ограничителя перенапряжений в целом. В таком виде электроды входят в состав корпуса, поскольку обеспечивают удержание разрядных модулей 5 внутри корпуса 6. Однако возможны и другие варианты выполнения корпуса и обеспечения подачи напряжения на разрядные модули. В частности, соединительные электроды крайних разрядных модулей могут проходить через корпус и напряжение может подаваться сразу на них – в таком случае необходимость в электродах 7 отсутствует.

Размеры разрядных модулей и корпуса в целом предпочтительно соответствовать размерам варисторов и корпуса ограничителей перенапряжений из уровня техники. Это обеспечивает возможность простой и удобной замены ограничителей перенапряжений со старых на новые. Кроме того, в ограничителях напряжений варисторы могут быть заменены на разрядные модули и наоборот. Замена отдельных разрядных модулей на варисторы в некоторых случаях позволяет улучшить нелинейные свойства предложенного ограничителя перенапряжений. При такой замене варисторы могут подключаться последовательно с разрядными модулями и/или параллельно им.

Что касается замены варисторов разрядными модулями в обычных ограничителях напряжения из уровня техники, то это невозможно ввиду того, что

корпуса ограничителей перенапряжений из уровня техники не обладают повышенной прочностью, необходимой для разрядных модулей, поскольку для варисторов достаточно обеспечить герметичность корпуса, что предотвращает неблагоприятное климатическое воздействие на варисторы, а сами варисторы имеют достаточную механическую прочность. Кроме того, повышение прочности корпуса ограничителей перенапряжений из уровня техники не привела бы к большей надежности работы варисторов, поскольку варисторы разрушаются и раскалываются при прохождении сильных токов не из-за возможного расширения, а вследствие термических воздействий и концентрации токов на неоднородностях внутренней структуры варисторов.

Для разрядных же модулей ограничителя перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением внешний корпус, обладающий повышенной прочностью, обязателен потому, что сами разрядные модули обладают мягким и непрочным изоляционным телом, склонным к разрушению вследствие увеличения своего размера. При прохождении разрядов в разрядных зазорах между электродами происходит нагрев внутренних газов, что повышает внутреннее давление на изоляционное тело и электроды. Вследствие этого давления изнутри наружу мягкое и упругое изоляционное тело стремится расшириться, что в конечном итоге приводит к его растрескиванию и разрушению, если такое расширение изоляционного тела не ограничить прочным корпусом, обладающим большей прочностью, чем разрядные модули и, благодаря этому, сдерживающим расширение разрядных модулей.

С другой стороны, изоляционное тело предпочтительно должно быть упругим, поскольку это обеспечивает работоспособность разрядных модулей вследствие того, что электроды внутри такого упругого изоляционного тела могут смещаться друг относительно друга, обеспечивая тем самым увеличение разрядных зазоров во время протекания разрядов. Увеличение разрядных зазоров будет особенно полезным, когда оно велико относительно размеров самих зазоров, то есть при разрядных зазорах в доли миллиметра (например, от 0,01 до 0,9 мм (или 1 мм) или от 0,1 до 0,5 мм). Благодаря такому увеличению зазоров при раздвижении электродов создаются более благоприятные условия для гашения разрядов при окончании импульса перенапряжения, а разрядные модули дольше сохраняют работоспособность, поскольку разрядные зазоры меньше подвержены спеканию.

Таким образом, изоляционное тело для обеспечения повышенной надежности предпочтительно должно быть изготовлено из упругих материалов,

таких как полимерные, например, силиконовая резина. Механическая же прочность корпуса должна быть выше механической прочности разрядных модулей также для повышения надежности предложенного ограничителя перенапряжений, поскольку это позволяет предотвращать разрушение разрядных модулей, изоляционные тела которых изготовлены с использованием упругих (мягких) и/или твердых (жестких) материалов.

Для обеспечения повышенной по сравнению с разрядными модулями механической прочности корпус может быть выполнен с использованием металла, прочного полимерного материала (более прочного, чем использованного для разрядных модулей), композитной структуры (композитных материалов) и/или арматурной оплетки, стеклоткани, углепластика и других прочных материалов. В то же время необходимо учитывать, что применение указанных материалов и/или элементов по отдельности или даже совместно для изготовления корпуса не обеспечивает само по себе прочность корпуса больше, чем прочность разрядных модулей. Возможны варианты, когда, например даже металл, полимерный материал, композитная структура, арматурная оплетка или стеклоткань в корпусе могут разрываться, в то время как разрядные модули остаются целыми, что означает, что разрядный модуль оказался прочнее корпуса. Соотношение прочностей определяется конструкциями корпуса и разрядных модулей, а также материалами, использованными в их конструкциях, в совокупности.

Превышение механической прочности корпуса над механической прочностью разрядных модулей необходимо потому, что разрядные модули не могут сами для себя обеспечить достаточную прочность. Связано это также с тем, что изготовление разрядных модулей из материалов повышенной прочности является нетехнологичным в отличие от применения гибких и упругих полимерных материалов, таких как силиконовая резина, которые можно заливать или запрессовывать в форму для изготовления разрядного модуля и в дальнейшем вулканизировать, полимеризовать или отверждать – то есть фиксировать, закреплять конфигурацию (форму) разрядных модулей.

Полимерные материалы, в том числе силиконовая резина, могут обеспечивать необходимую электрическую прочность разрядных модулей, что выражается в способности пропускания через разрядные модули огромного количества импульсов перенапряжений без изменения электрических свойств, например, удельного сопротивления, диэлектрического материала, из которого изготовлен разрядный модуль. Однако для реализации требуемой электрической

прочности необходимо обеспечить механическую прочность, то есть способность выдерживать разряды без механических повреждений или разрушений. Это требование связано с тем, что электрические разряды выделяют большое количество энергии, что приводит к нагреву газов и резкому росту давления на изоляционное тело, в котором происходят разряды.

В соответствии с настоящим изобретением механическую прочность разрядных модулей обеспечивает корпус, которых их окружает и не дает давлению газов в разрядных зазорах разрушать разрядные модули благодаря «противодавлению», обеспечиваемому прочными стенками корпуса. Силы, вызываемые давлением газов, пытающегося разорвать изоляционные тела разрядных модулей, встречают противоположно направленные силы противодействия, придаваемые изоляционным телам разрядных модулей стенками прочного корпуса, в результате чего изоляционное тело испытывает только сжимающее воздействие, а не разрывающее.

Сравнение прочностей корпуса и разрядных модулей проводится в направлении, перпендикулярном продольному (на фиг. 1 и 2 – в горизонтальном направлении), поскольку разрядные модули, как показано на фиг. 2, размещены один над другим и по большей части механическое воздействие в продольном (вертикальном) направлении воспринимается и взаимокompенсруется соседними разрядными модулями с двух сторон. Крайние разрядные модули воздействуют на крышки, закрывающие торцы корпуса, которые в варианте, показанном на фиг. 2, выполнены в виде основных электродов. Крышки прочно прикреплены к корпусу и оказывают противодействие на крайние разрядные модули в продольном направлении. В направлении, поперечном продольному (т.е. горизонтальном на фиг. 2), давление, появляющееся в разрядных модулях вследствие электрических разрядов в разрядных зазорах, воздействует на стенки корпуса и, как следствие, именно в этом направлении корпус должен быть прочнее разрядных модулей.

Сравнение прочностей может осуществляться механическим воздействием, например, до разрушения конструкции корпуса или разрядного модуля. Например, если при одном и том же механическом усилии (давлении) разрядный модуль или колонка разрядных модулей деформировались больше, чем корпус (без модулей) или даже разрушились (например, в них появились трещины или они разделились на несколько частей), в то время как корпус еще сохраняет свою целостность, то это будет означать, что корпус прочнее, чем разрядные модули.

Корпус может быть покрыт защитным покрытием 8, которое может быть снабжено ребрами 9, увеличивающими длину пути утечки тока по поверхности. Покрытие и ребра могут быть выполнены с использованием полимерных материалов, в т.ч. силиконовой резины. В некоторых вариантах ребра могут отсутствовать. Покрытие необходимо для защиты корпуса от разрушительных воздействий окружающей среды, а также повышает прочность и надежность ограничителя перенапряжений.

С целью предотвращения выхода разрядных дуг наружу ограничителя перенапряжений, что позволяет разместить в разрядных модулях большее количество электродов и образовать между ними большее количество разрядных зазоров, что снижает напряжение разряда, разрядные зазоры предпочтительно герметично изолированы корпусом от внешнего пространства. В таком варианте реализации разрядные дуги могут выходить из разрядных зазоров по направлению наружу из разрядных модулей, например, через выходы из разрядных камер, в которых расположены разрядные зазоры, однако они не могут выйти наружу ограничителя перенапряжений, поскольку стенки корпуса преграждают им путь. Благодаря этому не требуется предотвращение слияния разрядных дуг в одну, а также не требуется предусматривать место для безопасного выхлопа разрядных дуг снаружи корпуса.

В предпочтительном варианте разрядные зазоры герметично изолированы непосредственно в разрядных модулях. Для такой изоляции достаточно не выполнять выходов для разрядных дуг от разрядных зазоров наружу разрядного модуля. Например, это можно сделать, окружив разрядные зазоры со всех сторон, не занятых электродами, диэлектрическим материалом изоляционного тела (например, силиконовой резиной). В результате около разрядных зазоров между соседними электродами формируются замкнутые герметичные разрядные камеры. Благодаря механической прочности разрядных модулей, обеспечиваемой повышенной механической прочностью корпуса, разрядные дуги не смогут выйти из герметичных разрядных камер и будут локализованы только непосредственно в разрядных зазорах. Благодаря этому в разрядных модулях можно разместит еще больше электродов и образовать между ними еще большее количество разрядных зазоров, что дополнительно снижает напряжение разряда. Кроме того, это повышает надежность ограничителя напряжений в целом, поскольку в таком варианте герметичность корпуса не является обязательной, то есть корпус может быть негерметичным или разгерметизируемым, и в таких вариантах разрядные

модули, в отличие от варисторов, сохраняют свои свойства и ограничитель перенапряжений сможет дольше эксплуатироваться.

В то же время следует отметить, что разрядные зазоры могут изолироваться непосредственно в разрядных модулях или корпусом от внешнего пространства без обеспечения герметичности такого изолирования. Изолирование без герметичности подразумевает закрытость разрядных зазоров для прямого попадания в них (и выхода из них) из внешнего пространства или из пространства между разрядными модулями и корпусом, но в то же время в них можно попасть по непрямому пути, что также обеспечивает возможность выхода из разрядных камер разрядных газов также по непрямому пути. Например, это может быть обеспечено стенками или участками в разрядном модуле или корпусе, которые закрывают разрядные зазоры (то есть они не видны из-за таких стенок или участком), но при этом оставляют зазоры или щели для выхода из разрядных модулей газов сбоку или на удалении от разрядных зазоров.

На фиг. 1 показан вариант, где электроды расположены спиралью. Если бы разрядные камеры имели выходы наружу разрядного модуля, то на каждом радиусе модуля можно было бы разместить только по одному электроду, поскольку вторые электроды препятствовали бы формированию выходов из разрядных камер. Однако на фиг. 1 показано, что на некоторых радиусах расположено по два электрода, что стало возможно благодаря тому, что разрядные камеры закрыты и нет необходимости в формировании выходов из разрядных камер. Таким образом, выполнение разрядных камер замкнутыми (герметичными) обеспечивает размещение в разрядных модулях большего количества электродов с образованием между ними последовательных разрядных зазоров.

Таким образом, в соответствии с настоящим изобретением, герметичными могут быть выполнены либо разрядные модули, либо корпус ограничителя перенапряжений, в котором размещаются разрядные модули, либо и разрядные модули, и корпус. В последнем варианте может быть обеспечена дополнительно повышенная надежность ограничителя перенапряжений. Однако в тех вариантах, когда герметичными выполнены только либо разрядные модули (а корпус негерметичен), либо корпус (а разрядные модули негерметичны), также достигается повышение надежности ограничителя перенапряжений. В целом ограничитель перенапряжений будет работоспособным и надежным даже в том варианте, когда ни его корпус, ни его разрядные модули не являются герметичными, поскольку разрядные токи будут проходить через все разрядные зазоры, а выход разрядных

дуг и продуктов разрядов может быть ограничен как разрядными модулями, так и корпусом, в том числе таким их взаимным расположением, при котором они, будучи не герметичными каждый по отдельности, ограничивают возможность выхода из каждого из них разрядных дуг и продуктов разрядов.

5 Расположение электродов с образованием разрядных зазоров небольшой величины, например, не более 0,1 мм или 0,2 мм или 0,3 мм или 0,5 мм или 0,7 мм или 1 мм или 1,2 мм или 1,5 мм, обеспечивает снижение разрядного напряжения и энергии, выделяемой в разрядном зазоре в ходе разряда. Низкая выделяемая энергия обеспечивает слабый нагрев газов в разрядном зазоре (например, внутри
10 разрядной камеры, в которой находится этот зазор, которая предпочтительно является герметичной), что приводит к незначительному повышению давления этих газов и, как следствие, к малому воздействию на изоляционное тело разрядного элемента и корпус ограничителя перенапряжений в целом. Это дополнительно повышает надежность ограничителя перенапряжений в соответствии с настоящим
15 изобретением.

Минимальный размер разрядного зазора определяется технологическими особенностями и эксплуатационными свойствами электродов, поскольку разрядный зазор должен сохраняться даже после многочисленных разрядов, в т.ч. электроды не должны спекаться. Для обеспечения надежности ограничителя перенапряжений
20 в соответствии с настоящим изобретением электроды предпочтительно располагаются с образованием разрядных зазоров, например, не менее 0,01 мм или 0,02 мм или 0,03 мм или 0,05 мм или 0,07 мм или 0,1 мм или 0,2 мм или 0,3 мм или 0,5 мм или 0,7 мм или 1 мм.

Гашение разрядов между электродами в таком ограничителе
25 перенапряжений может происходить при переходе тока промышленной частоты через ноль. Однако более предпочтительным является гашение разрядов сразу при окончании импульса перенапряжения. Это может быть обеспечено с использованием приэлектродного (катодного) падения напряжения, характерного для электрических разрядов. При электрическом разряде на одном из электродов
30 происходит эмиссия электронов, на которую затрачивается определенная энергия, что приводит к приэлектродному падению напряжения.

При наличии приэлектродного падения напряжения разряд не может самоподдерживаться в том случае, если разность потенциалов между электродами меньше приэлектродного падения напряжения. Таким образом, эмиссия электронов
35 из электрода прекращается, поскольку разность потенциалов между электродами не

обеспечивает энергии, достаточной для отрыва электрона от электрода. В результате дуговой разряд прекращается, поскольку в разрядном зазоре между электродами отсутствуют носители заряда, и дуга прерывается и не может возобновиться.

5 В том случае, когда приэлектродное падение напряжения больше напряжения, появляющегося между соседними электродами при приложении к ограничителю перенапряжений его эксплуатационного (рабочего) напряжения, то есть того напряжения, на эксплуатацию при котором рассчитан ограничитель перенапряжений, разрядная дуга будет гаситься автоматически при окончании
10 импульса перенапряжения, а также не будет появляться без перенапряжения. Для этого приэлектродное падение напряжения должно быть больше величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений (например, действующего напряжения или максимального напряжения), поделенной на количество последовательных разрядных зазоров.

15 Это означает, что в ограничителе перенапряжений предпочтительно содержится столько электродов (не меньше), сколько достаточно для формирования такого количества последовательных разрядных зазоров, которое составляет не менее величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений (действующего или максимального), поделенной на
20 приэлектродное падение напряжения. Максимальное количество электродов определяется из соображений технологичности, массогабаритных характеристик и может быть, например, не более величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений (действующего или максимального), поделенной на 10 или 50 или 100 или 500 или 1000 величин приэлектродного падения напряжения.

25 Приэлектродное падение напряжения имеет разную величину для разных материалов. Для некоторых металлов оно может иметь значение 10-20 В, для других больше или меньше, а также отличаться для неметаллических электропроводящих материалов. В связи с этим указанные выше признаки можно сформулировать альтернативным образом. В частности, электроды ограничителя
30 перенапряжений предпочтительно формируют множество последовательных разрядных зазоров, общее количество которых составляет не менее величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на 500 В или на 300 В или на 200 В или на 100 В или на 50 В или на 30 В или на 20 В или на 15 В или на 10 В. Кроме того, электроды ограничителя перенапряжений предпочтительно
35 формируют множество последовательных разрядных зазоров, общее количество

которых составляет не более величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на 30 В или на 20 В или на 15 В или на 10 В или на 5 В или на 1 В или на 0,5 В.

5 Благодаря использованию эффекта приэлектродного падения напряжения удается обеспечить разрыв разрядных дуг сразу при окончании импульса перенапряжения и, тем самым, минимизировать воздействие разрядных дуг на ограничитель перенапряжений, в частности, его разрядные модули и, более конкретно, диэлектрический материал, из которого выполнены изоляционные тела. Все это позволяет дополнительно снизить требования к применяемым для
10 изготовления изоляционных тел разрядных модулей и корпуса ограничителя перенапряжений материалам, так как снижается давление в ограничителе перенапряжений, появляющееся при прохождении импульса перенапряжения, что может дополнительно повысить технологичность изготовления ограничителя перенапряжений.

15 Разрядный модуль может содержать не менее 10 или 15 или 20 или 30 или 50 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 электродов в зависимости от конструкции ограничителя перенапряжений, эксплуатационного напряжения и возможных величин перенапряжений. В то же время разрядный модуль предпочтительно содержит не более 20 или 30 или 50 или 100 или 150 или 200 или
20 300 или 500 или 1000 или 1500 или 2000 или 3000 или 5000 электродов в зависимости как от перечисленных факторов, так и от массогабаритных ограничений.

Ограничитель перенапряжений в целом может содержать не менее 2 или 3 или 5 или 10 или 15 или 20 или 30 или 50 или 75 или 100 или 150 или 200 или 300
25 или 500 разрядных модулей в зависимости от конструкции ограничителя перенапряжений, эксплуатационного напряжения и возможных величин перенапряжений. В то же время ограничитель перенапряжений преимущественно содержит не более 10 или 15 или 20 или 30 или 50 или 75 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 или 1000 или 1500 или 2000 или 3000 разрядных модулей в
30 зависимости как от перечисленных факторов, так и от массогабаритных ограничений.

Ограничитель перенапряжений изготавливается в несколько этапов. Сначала изготавливаются разрядные модули и корпус, после чего может быть собран ограничитель перенапряжений. Изготовление разрядных модулей преимущественно
35 осуществляется следующим образом. В форму для изготовления разрядных

модулей устанавливаются электроды и далее форма заполняется диэлектрическим материалом, например, жидким или аморфным полимером. Далее закрепляют конфигурацию (форму) разрядного модуля, что может осуществляться путем вулканизации или полимеризации или отверждения диэлектрического материала или др. способами. В качестве формы для изготовления разрядного модуля могут использовать литьевую форму или пресс-форму. В литьевую форму полимер льют, а в пресс-форму полимер запрессовывают. Изготовление изоляционного тела может происходить в одну или несколько стадий в зависимости от оборудования, технологии, формы и материала изоляционного тела, формы и взаимного расположения электродов.

В том случае, когда разрядные зазоры достаточно велики, например, 1 мм или более, расстояние между электродами может быть надежно задано отверстиями или углублениями в форме, в которые устанавливаются и/или закрепляются электроды. Если же разрядные зазоры небольшие, то для обеспечения заданных расстояний между электродами, которые и будут определять размеры разрядных зазоров, электроды могут быть последовательно обмотаны проволокой, предпочтительно имеющей высокое удельное сопротивление, например, нихромовой проволокой. В результате расстояние между электродами будет задаваться толщиной проволоки. В дальнейшем, после завершения изготовления изоляционного тела, через проволоку может быть пропущен электрический ток такой величины, что проволока расплавится и распределится по поверхности электродов, в то время как между электродами внутри изоляционного тела сформируются требуемые разрядные зазоры.

Изготовление корпуса может представлять собой, например, отрезание трубы необходимого размера и подготовку крышек. В частности, в крышках и на концах трубы может быть сделана резьба.

Изготовление ограничителя перенапряжений из подготовленных элементов может происходить следующим образом. В корпус (например, трубу) помещаются разрядные модули с обеспечением соединения между собой соединительных электродов соседних разрядных модулей в соответствии с одним из вышеописанных вариантов или с обеспечением разрядных зазоров между соединительными электродами соседних разрядных модулей по другому варианту. Корпус закрывается крышками с обеспечением выхода соединительных электродов крайних разрядных модулей наружу корпуса или с обеспечением соединения соединительных электродов крайних разрядных модулей с наружными электродами

корпуса или с обеспечением возможности формирования разрядных зазоров с соединительными электродами крайних разрядных модулей в корпусе и/или крышках корпуса.

В последнем варианте соединительные электроды крайних разрядных модулей должны находиться в корпусе, но при этом должна быть обеспечена возможность формирования с ними разрядных зазоров с какими-либо внешними электродами (например, с наружными электродами корпуса или крышками, если они выполнены в виде электродов) за счет отверстий или углублений в корпусе и/или крышках корпуса или, если крышки выполнены в виде электродов, за счет такого расположения соединительные электроды крайних разрядных модулей и крышек, при котором между ними будут разрядные зазоры.

Например, отверстие или углубление в корпусе может обеспечивать развитие через него электрического разряда и протекание разрядной дуги от внешнего электрода до соединительного электрода, находящегося на дне отверстия или углубления в корпусе. Отверстие или углубление в крышке может обеспечивать развитие через него электрического разряда и протекание разрядной дуги от внешнего электрода до соединительного электрода, находящегося на дне отверстия или углубления в крышке. Кроме того, отверстие или углубление, выполненное одновременно в корпусе и крышке (когда корпус и крышка расположены рядом и отверстие или углубление частично выполнено в корпусе, а частично в крышке, или когда корпус и крышка наложены друг на друга и отверстие или углубление выполнено как в корпусе, так и в крышке) может обеспечивать развитие через него электрического разряда и протекание разрядной дуги от внешнего электрода до соединительного электрода, находящегося на дне отверстия или углубления в корпусе и крышке.

В дальнейшем корпус ограничителя перенапряжений может быть покрыт защитным покрытием.

В составе линий электропередач ограничитель перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением может использоваться как сам по себе, так и в составе вышеуказанных защитных элементов – изолятора-разрядника и/или экрана для защиты от коронного разряда. Линии электропередачи обычно содержат 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, 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 ограничитель перенапряжений по любому из вышеописанных вариантов и/или, по меньшей мере, один экран-разрядник по вышеописанному варианту и/или, по меньшей мере, один из изоляторов представляет собой изолятор-разрядник по вышеописанному варианту.

Применение для защиты высоковольтной линии электропередачи или других видов электроустановок от грозových перенапряжений ограничителя перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением самого по себе или в составе изоляторов-разрядников или экранов позволяет повысить надежность работы линии электропередачи, увеличить длительность срока службы электрооборудования и снизить затраты на их эксплуатацию.

Ограничитель перенапряжений работает следующим образом. В штатном режиме работы электрооборудования (в описываемом примере – линии электропередачи) между местом крепления ограничителя перенапряжений (преимущественно опорой или частью опоры линии электропередачи) и защищаемым объектом (например, проводом) приложено штатное (эксплуатационное) напряжение линии электропередачи, например, соответствующее классам напряжений линий электропередачи 6, 10, 15, 35, 110 кВ или другим. Такое напряжение не приводит к пробое разрядных промежутков и через ограничитель перенапряжений ток не течет – таким образом, в штатном режиме ограничитель перенапряжений представляет собой электрический разрыв.

При наличии на защищаемом объекте перенапряжения, например, в результате попадания в него или прохождении рядом с ним молниевых разряда, к ограничителю перенапряжений вместе с разрядным зазором около крайнего электрода ограничителя перенапряжений (если он предусмотрен) прикладывается это перенапряжение. В результате этого последовательно пробиваются разрядные зазоры между защищаемым объектом и крайним или соединительным электродом на свободном конце ограничителя перенапряжений, между электродами разрядных модулей и далее между электродом крайнего разрядного модуля и крайним электродом ограничителя перенапряжений, который соединяется с опорой линии электропередачи. При достижении разрядом крайнего электрода ограничителя перенапряжений, закрепленного на опоре, импульсный ток разряда (например, грозового) стекает в землю, так как опора заземлена, и благодаря этому

электрооборудование (защищаемый объект) оказывается защищено от этого перенапряжения.

Ограничитель перенапряжений в соответствии с общепринятой классификацией является разрядником. Приведенные выше технические результаты указаны в основном по сравнению с ограничителями перенапряжений из 5 уровня техники, использующие варисторы. В сравнении с другими разрядниками, например, мультикамерными, настоящее изобретение также имеет преимущества, также представляющих собой технические результаты. В частности, достигается снижение размеров ограничителя перенапряжений по сравнению с ограничителями 10 перенапряжений соответствующих классов напряжений. Снижение размеров обеспечивается одновременным применением модульности конструкции, что позволяет объемно размещать электроды, исключением выхода разрядных дуг наружу ограничителя перенапряжений, что позволяет более плотно размещать электроды, обеспечении прочности конструкции корпусом, что позволяет 15 использовать менее прочные материалы для обеспечения необходимых свойств разрядных модулей, а также использованием эффекта приэлектродного падения напряжения, что позволяет снизить требования к прочностным характеристикам ограничителя перенапряжений и, тем самым, дополнительно снизить размеры ограничителя перенапряжений. Снижение размеров ограничителя перенапряжений 20 при сохранении класса напряжения также можно представить как повышение класса напряжения при сохранении размера ограничителя перенапряжений.

Все указанные в описании технические результаты, в том числе дополнительные, достигаются с помощью ограничителя перенапряжений в соответствии с настоящим изобретением одновременно и неразрывно друг от друга. 25 Представленные на сопровождающих фигурах варианты осуществления, а также детально описанные дополнительные варианты осуществления предназначены для упрощения понимания сущности изобретения и не должны толковаться как ограничивающие объем охраны изобретения, определяемый последующей формулой изобретения. Последовательность описанных действий и операций не 30 является строго заданной и может меняться, если не указано другое и это не противоречит физической реализуемости. Описанные варианты могут объединяться и комбинироваться в любых сочетаниях, обеспечивающих реализацию принципа действия и достижение заявленных технических результатов. В результате комбинации отдельных вариантов могут достигаться дополнительные технические 35 результаты.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ограничитель перенапряжений, включающий в себя корпус и разрядные модули, причем разрядные модули включают в себя изоляционные тела и множество электродов, размещенных в изоляционных телах с разрядными зазорами между собой; причем разрядные модули размещены в корпусе и последовательно электрически соединены; причем механическая прочность корпуса выше механической прочности разрядных модулей.

2. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что разрядные зазоры изолированы корпусом от внешнего пространства.

3. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что разрядные зазоры изолированы в разрядных модулях.

4. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что общее количество последовательных разрядных зазоров между электродами ограничителя перенапряжений составляет не менее величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на приэлектродное падение напряжения.

5. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что общее количество последовательных разрядных зазоров между электродами ограничителя перенапряжений составляет не более величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на 10 или 50 или 100 или 500 или 1000 величин приэлектродного падения напряжения.

6. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что общее количество последовательных разрядных зазоров между электродами ограничителя перенапряжений составляет не менее величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на 500 В или на 300 В или на 200 В или на 100 В или на 50 В или на 30 В или на 20 В или на 15 В или на 10 В.

7. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что общее количество последовательных разрядных зазоров между электродами ограничителя перенапряжений составляет не более величины напряжения эксплуатации ограничителя перенапряжений, поделенной на 30 В или на 20 В или на 15 В или на 10 В или на 5 В или на 1 В или на 0,5 В.

8. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что разрядный модуль содержит не менее 10 или 15 или 20 или 30 или 50 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 электродов.

5 9. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что разрядный модуль содержит не более 20 или 30 или 50 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 или 1000 или 1500 или 2000 или 3000 или 5000 электродов.

10. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что содержит не менее 2 или 3 или 5 или 10 или 15 или 20 или 30 или 50 или 75 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 разрядных модулей.

10 11. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что содержит не более 10 или 15 или 20 или 30 или 50 или 75 или 100 или 150 или 200 или 300 или 500 или 1000 или 1500 или 2000 или 3000 разрядных модулей.

15 12. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что электроды расположены с разрядными зазорами между собой величиной не более 0,1 мм или 0,2 мм или 0,3 мм или 0,5 мм или 0,7 мм или 1 мм или 1,2 мм или 1,5 мм.

13. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что электроды расположены с разрядными зазорами между собой величиной не менее 0,01 мм или 0,02 мм или 0,03 мм или 0,05 мм или 0,07 мм или 0,1 мм или 0,2 мм или 0,3 мм или 0,5 мм или 0,7 мм или 1 мм.

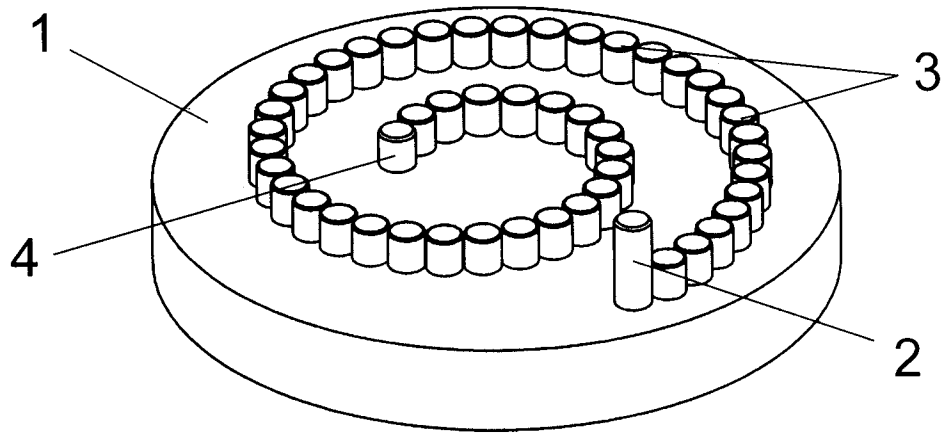
20 14. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что электрическое соединение разрядных модулей осуществляется непосредственным соединением их электродов или через разрядные зазоры.

25 15. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что изоляционные тела разрядных модулей выполнены с использованием полимерного материала, например, силиконовой резины.

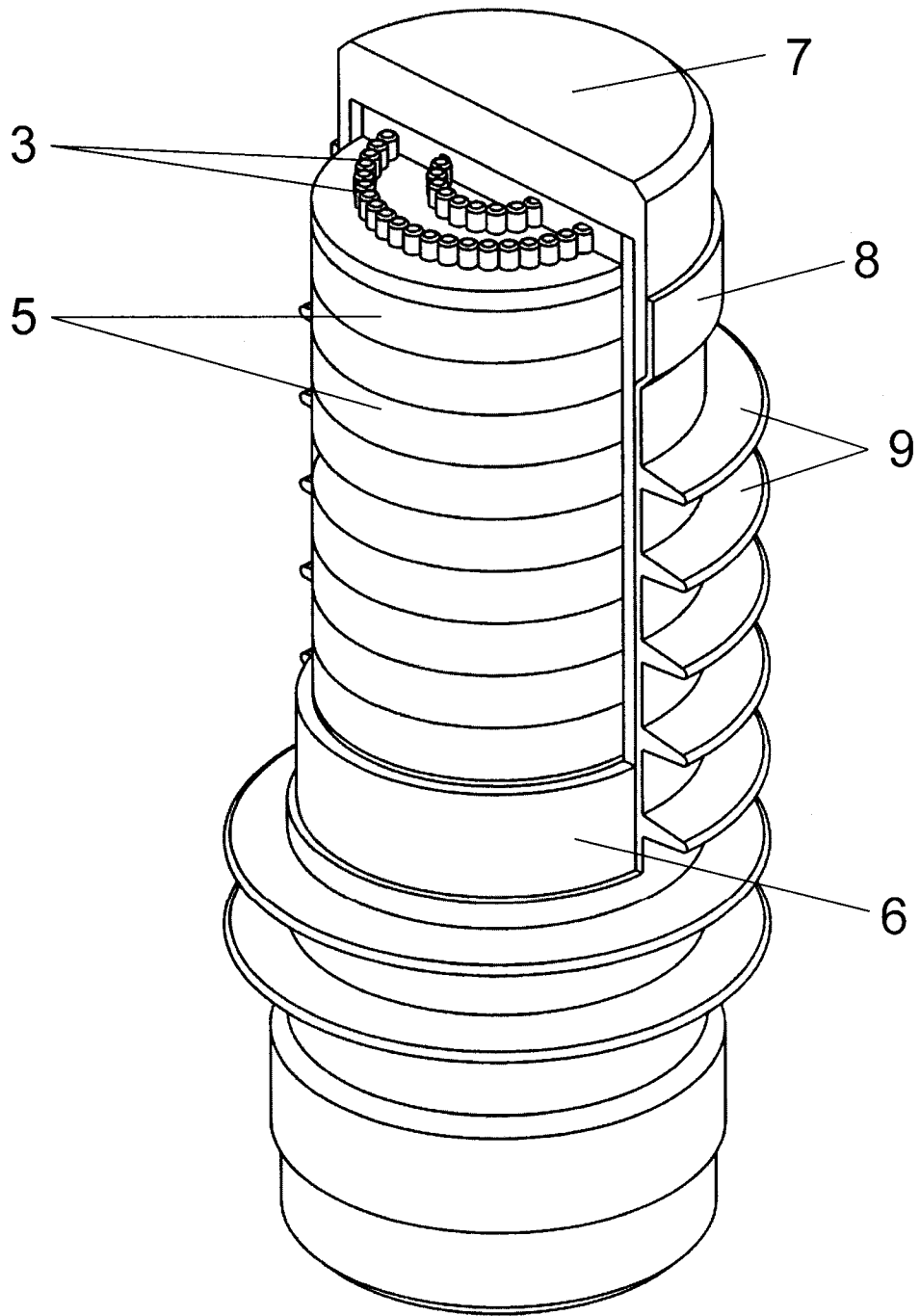
16. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что корпус выполнен с использованием полимерного материала и/или металла и/или композитной структуры и/или арматурной оплетки.

30 17. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что корпус включает в себя трубу и др.

18. Ограничитель перенапряжений по п. 1, отличающийся тем, что содержит, по меньшей мере один или более варисторов, включенных последовательно и/или параллельно с разрядными модулями.



ФИГ. 1



Фиг. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU 2023/000003

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H02H3/22 (2006.01); H01T 4/16 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02H 3/00-3/22, 9/00-9/06; H01T 2/00, 4/00-4/16; H01C 7/00-7/12 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSearch, Espacenet, Google Patents, RUPTO		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EA 25691 B1 (OAO "NPO "STRIMER") 30.01.2017, p.2, fig.1-3.	1-18
A	RU 2510651 C1 (OAO "NPO "STRIMER") 10.04.2014	1-18
A	RU 2549361 C2 (OAO "NPO "STRIMER") 27.04.2015	1-18
A	RU 2256972 C1 (GORDIN NIKOLAI IGOREVICH et al.) 20.07.2005	1-18
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 May 2023 (15.05.2023)		Date of mailing of the international search report 15 June 2023 (15.06.2023)
Name and mailing address of the ISA/ RU		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Номер международной заявки

PCT/RU 2023/000003

<p>A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ <i>H02H 3/22</i> (2006.01) <i>H01T 4/16</i> (2006.01)</p> <p>Согласно Международной патентной классификации МПК</p>																	
<p>B. ОБЛАСТЬ ПОИСКА</p> <p>Проверенный минимум документации (система классификации с индексами классификации)</p> <p>H02H 3/00-3/22, 9/00-9/06; H01T 2/00, 4/00-4/16; H01C 7/00-7/12</p> <p>Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки</p> <p>Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)</p> <p>PatSearch, Espacenet, Google Patents, RUPTO</p>																	
<p>C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Категория*</th> <th>Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей</th> <th>Относится к пункту №</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>EA 25691 B1 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 30.01.2017, с.3, фиг.1-3.</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2510651 C1 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 10.04.2014</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2549361 C2 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 27.04.2015</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>RU 2256972 C1 (ГОРДИН НИКОЛАЙ ИГОРЕВИЧ и др.) 20.07.2005</td> <td>1-18</td> </tr> </tbody> </table>			Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №	A	EA 25691 B1 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 30.01.2017, с.3, фиг.1-3.	1-18	A	RU 2510651 C1 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 10.04.2014	1-18	A	RU 2549361 C2 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 27.04.2015	1-18	A	RU 2256972 C1 (ГОРДИН НИКОЛАЙ ИГОРЕВИЧ и др.) 20.07.2005	1-18
Категория*	Цитируемые документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №															
A	EA 25691 B1 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 30.01.2017, с.3, фиг.1-3.	1-18															
A	RU 2510651 C1 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 10.04.2014	1-18															
A	RU 2549361 C2 (ОАО "НПО "СТРИМЕР") 27.04.2015	1-18															
A	RU 2256972 C1 (ГОРДИН НИКОЛАЙ ИГОРЕВИЧ и др.) 20.07.2005	1-18															
<p><input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы C. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении</p>																	
<p>* Особые категории ссылочных документов:</p> <table border="0"> <tr> <td>“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным</td> <td>“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение</td> </tr> <tr> <td>“D” документ, цитируемый заявителем в международной заявке</td> <td>“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности</td> </tr> <tr> <td>“E” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее</td> <td>“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста</td> </tr> <tr> <td>“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)</td> <td>“&” документ, являющийся патентом-аналогом</td> </tr> <tr> <td>“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета</td> <td></td> </tr> </table>			“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение	“D” документ, цитируемый заявителем в международной заявке	“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности	“E” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста	“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“&” документ, являющийся патентом-аналогом	“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.		“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета				
“А” документ, определяющий общий уровень техники и не считающийся особо релевантным	“Т” более поздний документ, опубликованный после даты международной подачи или приоритета, но приведенный для понимания принципа или теории, на которых основывается изобретение																
“D” документ, цитируемый заявителем в международной заявке	“Х” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает новизной или изобретательским уровнем, в сравнении с документом, взятым в отдельности																
“E” более ранняя заявка или патент, но опубликованная на дату международной подачи или после нее	“У” документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска; заявленное изобретение не обладает изобретательским уровнем, когда документ взят в сочетании с одним или несколькими документами той же категории, такая комбинация документов очевидна для специалиста																
“L” документ, подвергающий сомнению притязание(я) на приоритет, или который приводится с целью установления даты публикации другого ссылочного документа, а также в других целях (как указано)	“&” документ, являющийся патентом-аналогом																
“O” документ, относящийся к устному раскрытию, использованию, экспонированию и т.д.																	
“P” документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета																	
<p>Дата действительного завершения международного поиска</p> <p>15 мая 2023 (15.05.2023)</p>		<p>Дата отправки настоящего отчета о международном поиске</p> <p>15 июня 2023 (15.06.2023)</p>															
<p>Наименование и адрес ISA/RU: Федеральный институт промышленной собственности, Бережковская наб., д. 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-3, 125993, Российская Федерация тел. +7(499)240-60-15, факс +7(495)531-63-18</p>		<p>Уполномоченное лицо: Птенцова Л.А. Телефон № +7 (499) 240 25 91</p>															