

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042644**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.03.09

(51) Int. Cl. **H02G 3/04 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202190972

(22) Дата подачи заявки
2019.09.20

(54) **КАБЕЛЬНАЯ ЛИНИЯ**

(31) **2018136648**

(32) **2018.10.16**

(33) **RU**

(43) **2021.08.16**

(86) **PCT/RU2019/000654**

(87) **WO 2020/080974 2020.04.23**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ЭНЕРГОТЭК" (RU)**

(72) Изобретатель:

**Дмитриев Михаил Викторович,
Кулешов Дмитрий Владимирович,
Шабанов Александр Евгеньевич (RU)**

(74) Представитель:

Хмара М.В. (RU)

(56) *Novosti elektrotehniki* № 4 (82) 2013, p.77-78,
razdel "Reshenie problemy"
RU-U1-2677
WO-A1-2014181065

(57) Кабельная линия включает кабелепровод, имеющий трубчатый корпус, стенка которого выполнена из полимерного материала, а также снабженный внешней оболочкой, выполненной из полимерного материала, электрический кабель, проложенный внутри корпуса по его длине. При этом стенка корпуса выполнена с обеспечением ее электропроводящих свойств, обуславливающих возможность протекания тока через стенку в направлении от ее внутренней поверхности к внешней поверхности, при этом отношение диаметра внутренней поверхности стенки корпуса к диаметру внешней оболочки кабеля составляет величину не менее 1,5.

B1

042644

042644

B1

Область техники

Изобретение относится к электромонтажным изделиям, в частности к высоковольтным кабельным линиям передачи электроэнергии, преимущественно, используемым для подземных кабельных трасс.

Предшествующий уровень техники

Известны конструкции кабельных линий, которые включают кабель и средства, обеспечивающие размещение кабеля по кабельной трассе.

Известна кабельная линия [RU 2617451], содержащая кабель, уложенный в кабельный лоток, а также кабельные полки, расположенные под кабельным лотком поперечно к продольному направлению его бортов, при этом борта кабельного лотка наклонены в разные стороны друг от друга, что способствует повышению устойчивости кабельной линии к вертикальной нагрузке, и, как следствие, повышению долговечности кабеля.

Данная кабельная линия обеспечивает размещение кабеля и сохранение его положения внутри зданий или на зданиях, сооружениях.

Однако она не предназначена для прокладки подземных кабельных трасс, что ограничивает область ее применения. Кроме того, применяемые в данной конструкции средства размещения кабеля не обеспечивают его защиту от внешних воздействий.

В настоящее время широко применяются кабельные линии, которые в качестве средства для размещения кабеля содержат кабелепровод, имеющий трубчатый корпус, во внутреннем пространстве которого уложен кабель. Трубчатый корпус кабелепровода может быть выполнен в виде единой трубы или в виде нескольких труб, состыкованных друг с другом.

Так, известна кабельная линия, описанная в журнале Новости Электротехники № 4 (82) 2013, с. 78-83, которая выбрана в качестве ближайшего аналога.

Рассматриваемая кабельная линия включает кабелепровод, имеющий трубчатый корпус, содержащий стенку из полиэтилена, а также снабженный внешней полимерной оболочкой силовой кабель (6-500 кВ), уложенный во внутреннем пространстве трубчатого корпуса по его длине.

Использование полимерного трубчатого кабелепровода, обладающего достаточной механической прочностью и устойчивостью к воздействию факторов внешней среды, обеспечивает защиту кабеля от механических повреждений и внешних воздействий, что способствует повышению надежности работы данной кабельной линии, а также обуславливает возможность ее применения при прокладке как наземных, так и подземных кабельных трасс.

При этом оказывается возможным использовать технологичные и экономически выгодные методы прокладки кабельной трассы, в частности, метод горизонтально - направленного бурения, в ходе которого полимерный трубчатый корпус кабелепровода затягивается в грунт, а затем в него протягивается кабель.

Однако рассматриваемая кабельная линия не обеспечивает возможность осуществления поиска места повреждения внешней оболочки силового кабеля известными из уровня техники способами, основанными на поиске и локализации на трассе кабельной линии с помощью применяемых для данной цели приборов места, где испытательный ток с проводящего экрана силового кабеля через поврежденную внешнюю оболочку выходит в грунт.

Выходу тока в грунт препятствует стенка корпуса, изготовленная из полиэтилена, являющегося диэлектриком, не обладающая свойствами электропроводности в направлении от ее внутренней поверхности к внешней поверхности.

Раскрытие изобретения

В основу заявляемого изобретения положена задача обеспечения возможности проведения испытаний и поиска места повреждения внешней оболочки электрического кабеля, размещенного в защитном трубчатом полимерном кабелепроводе, методами, основанными на обнаружении места выхода тока в грунт.

Поставленная задача решается тем, что кабельная линия включает кабелепровод, имеющий трубчатый корпус, стенка которого выполнена из полимерного материала, а также снабженный внешней оболочкой, выполненной из полимерного материала, электрический кабель, проложенный внутри корпуса по его длине. При этом согласно изобретению стенка корпуса выполнена с обеспечением ее электропроводящих свойств, обуславливающих возможность протекания тока через стенку в направлении от ее внутренней поверхности к внешней поверхности, при этом отношение диаметра внутренней поверхности стенки корпуса к диаметру внешней оболочки кабеля составляет величину не менее 1,5.

В частном случае реализации изобретения электропроводящие свойства стенки обеспечены путем использования для ее изготовления полимерного электропроводящего материала.

В частном случае реализации изобретения электропроводящие свойства стенки обеспечены путем использования для ее изготовления полимерного диэлектрического материала и формирования в ней электропроводящих участков, выполненных в виде сквозных отверстий в стенке корпуса, распределенных по его длине, в каждом из которых установлен проходящий на всю глубину сквозного отверстия электропроводящий элемент.

В частном случае реализации изобретения внешняя оболочка кабеля выполнена из полимерного

электропроводящего материала.

Благодаря тому, что в заявляемой кабельной линии электрический кабель проложен внутри трубчатого кабелепровода, обеспечивается размещение и сохранение положения кабеля в месте прохождения кабельной трассы, а также защита кабеля от механических повреждений и внешних воздействий при его эксплуатации. При этом, благодаря использованию для изготовления стенки корпуса кабелепровода полимерного материала, обладающего устойчивостью к коррозии и механическим воздействиям, гибкостью, легкостью, долговечностью, повышается удобство эксплуатации и надежность работы заявляемой кабельной линии.

Кроме того, наличие в заявляемой кабельной линии трубчатого полимерного кабелепровода обуславливает возможность применения ее как в наземных, так и в подземных кабельных трассах с использованием экономически выгодных и технологичных методов прокладки, в частности, метода горизонтально-направленного бурения.

При проведении испытаний кабельной линии для выявления фактов повреждения внешней оболочки кабеля необходимо обеспечить выход испытательного тока из кабеля через место повреждения оболочки в окружающий грунт.

Благодаря размещению кабеля в трубчатом кабелепроводе, стенка корпуса которого выполнена с обеспечением ее электропроводящих свойств, обуславливающих возможность протекания тока через стенку в направлении от ее внутренней поверхности к внешней поверхности, в заявляемой кабельной линии организован путь для тока, образующегося во внутреннем пространстве корпуса при повреждении внешней оболочки кабеля, через стенку корпуса за его пределы.

На практике выход тока из корпуса кабелепровода в окружающий грунт бывает затруднен в силу его низкой электропроводности, обусловленной длительным воздействием на грунт высокой рабочей температуры кабеля. Так, температура жилы высоковольтного кабеля в нормальном режиме работы достигает 90°C, а температура его внешней оболочки достигает 80°C. Нагрев грунта приводит к отсутствию или минимизации содержания влаги, заполняющей зазоры между частицами грунта и обладающей свойствами электропроводности, что приводит к снижению электропроводности грунта.

Размещение кабеля в электропроводящем полимерном трубчатом корпусе способствует снижению температуры нагрева окружающего кабельную линию грунта и, соответственно, к негативному влиянию нагрева на электропроводность грунта, тем большему, чем больше величина зазора между кабелем и трубчатым корпусом, которая определяется отношением диаметров корпуса и кабеля.

Как показывает практика, для ощутимого снижения нагрева грунта, окружающего кабельную линию, необходимо, чтобы отношение диаметра внутренней поверхности стенки корпуса к диаметру внешней оболочки кабеля составляло не менее 1,5.

Кроме того, чем больше диаметр электропроводящего трубчатого корпуса, тем больше площадь контакта кабелепровода с окружающим грунтом, что способствует снижению электрического сопротивления на пути из корпуса в грунт.

Указанные факторы способствуют снижению сопротивления току на его пути из корпуса в грунт.

Таким образом, в заявляемой кабельной линии организован путь тока из внутреннего пространства корпуса, куда он попадает с поверхности кабеля из поврежденной внешней оболочки, через стенку корпуса за его пределы в окружающий грунт, где ток может быть зафиксирован приборами, осуществляющими поиск места повреждения кабеля.

Для обеспечения возможности поиска и определения мест повреждения оболочки кабеля необходимым является придание электропроводящих свойства полимерной стенке корпуса в направлении от ее внутренней поверхности к внешней поверхности на всю ее толщину, т.е. в поперечном (радиальном) направлении. При этом придание электропроводящих свойств стенке корпуса в продольном направлении не является обязательным.

Полимерная стенка корпуса может быть выполнена с обеспечением электропроводящих свойств в поперечном направлении, в частности, путем применения для ее изготовления электропроводящих полимеров. В таком случае стенка корпуса имеет электропроводящие свойства в поперечном направлении по всей длине корпуса.

Полимерная стенка корпуса может быть выполнена с обеспечением электропроводящих свойств в поперечном направлении на отдельных ее участках, в частности, путем создания в объеме стенки корпуса отдельных электропроводящих участков, распределенных по длине корпуса.

Указанные электропроводящие участки могут быть распределены по длине корпуса с некоторым шагом, зависящим от требуемой точности поиска места повреждения кабеля. При этом указанные участки могут быть расположены по длине корпуса в один ряд или могут быть дополнительно распределены по окружности поперечного сечения корпуса и в этом случае могут образовывать несколько рядов по длине корпуса.

Для объединения отдельных участков, обладающих электропроводящими свойствами в поперечном направлении, в единую систему с целью облегчения выхода тока из внутреннего пространства корпуса за его пределы стенка корпуса может иметь покрытие из электропроводящего материала на ее внутренней или внешней поверхности или на обеих ее поверхностях (многослойная стенка).

Корпус кабелепровода может быть выполнен в виде единой трубы или в виде нескольких труб, состыкованных друг с другом.

В качестве электрического кабеля преимущественно может быть использован силовой кабель (0,4-500 кВ), содержащий жилу, внутреннюю изоляционную оболочку, металлический экран и внешнюю оболочку.

Кабель установлен внутри трубчатого корпуса преимущественно с обеспечением наличия участков контакта (механического и/или электрического) его внешней оболочки с внутренней поверхностью корпуса.

Внутренний объем трубчатого корпуса может быть заполнен электропроводящей средой, например, водой, что обеспечивает гарантированное протекание тока от поверхности кабеля до внутренней поверхности корпуса даже на участках, где отсутствует контакт внешней оболочки кабеля с внутренней поверхностью корпуса.

Таким образом, техническим результатом изобретения является возможность проведения испытаний и обнаружения места повреждения внешней оболочки электрического кабеля, размещенного в защитном трубчатом полимерном кабелепроводе, методами, основанными на обнаружении места выхода тока в грунт.

В случае, когда электропроводящие свойства стенки обеспечены путем использования для ее изготовления полимерного электропроводящего материала, обеспечивается простота конструкции кабельной линии с достижением электропроводящих свойств стенки корпуса в поперечном направлении на всю ее толщину. При этом стенка корпуса обладает также электропроводящими свойствами на всю ее толщину в продольном направлении.

В качестве электропроводящих полимерных материалов могут быть использованы композитные полимерные материалы на основе различных полимеров (термо-, реакто-, эласто-пласты), содержащих электропроводящие наполнители (сажа, графит, углеродные, металлические и металлизированные волокна, металлическая пудра и прочее), или полимерные материалы, в которых электропроводностью обладают сами молекулы или определенным образом построенные надмолекулярные образования.

В случае, когда электропроводящие свойства стенки обеспечены путем использования для ее изготовления полимерного диэлектрического материала и формирования в ней описанных выше электропроводящих участков, достигаются электропроводящие свойства стенки корпуса в поперечном направлении на всю ее толщину на дискретных участках, распределенных по длине корпуса. При этом для изготовления кабелепровода используют диэлектрические полимерные материалы, стоимость которых ниже, чем стоимость электропроводящих полимеров.

В качестве электропроводящих элементов, с помощью которых образуется путь для тока из внутреннего пространства корпуса через его стенку, могут быть использованы элементы различного вида и формы, изготовленные из электропроводящих материалов, в частности, из металлов или электропроводящих пластмасс.

Так, в частности, в качестве указанных элементов могут быть использованы болты, саморезы, заклепки, перемычки, стержневые, проволочные, ленточные элементы и прочее.

Проволочные и ленточные элементы могут быть выполнены в виде охватывающих кабель с нижней и с боковых сторон петли или кольца (в том числе разомкнутого), при этом каждый из указанных элементов имеет концевой участок, установленный в сквозном отверстии и проходящий на всю его глубину.

Преимущественным является выполнение мест установки электропроводящих элементов в сквозных отверстиях стенки в герметичном исполнении.

Количество электропроводящих элементов, распределенных вдоль корпуса по его длине, и их шаг зависит от требуемой точности поиска места повреждения кабеля и выбирается тем больше, чем больше длина корпуса кабелепровода. При этом при образовании корпуса из состыкованных трубчатых секций, в одной секции кабелепровода, имеющей относительно малую длину, может быть установлен один электропроводящий элемент.

Электропроводящие элементы по длине корпуса могут располагаться с отступом от торцевых участков стыкуемых трубчатых секций для их свободной сварки.

В случае, когда внешняя оболочка кабеля выполнена из полимерного электропроводящего материала, облегчается выход тока из поврежденной оболочки кабеля на внутреннюю поверхность стенки корпуса.

Краткое описание чертежей

Предлагаемое изобретение поясняется прилагаемыми чертежами.

На фиг. 1 представлен общий вид кабельной линии, у которой стенка корпуса кабелепровода выполнена из полимерного электропроводящего материала (поперечное сечение);

на фиг. 2 - то же (продольное сечение);

на фиг. 3 представлен общий вид кабельной линии, в стенке корпуса кабелепровода которой сформированы электропроводящие участки (поперечное сечение);

на фиг. 4 - то же (продольное сечение).

Лучший вариант осуществления изобретения

Кабельная линия содержит электрический кабель 1, снабженный внешней оболочкой 2 из полимерного материала, проложенный во внутреннем пространстве кабелепровода по его длине, имеющего трубчатый корпус, стенка 3 которого изготовлена из полимерного материала.

В общем случае кабелепровод может также содержать соединительные муфты, торцевые заглушки и прочее (на чертеже не показаны).

Отношение диаметра D1 внутренней поверхности стенки 3 к диаметру D2 внешней оболочки 2 кабеля 1 составляет величину не менее 1,5.

Стенка 3 корпуса выполнена с обеспечением ее электропроводящих свойств, обуславливающих возможность протекания тока через стенку 3 в направлении от ее внутренней поверхности к внешней поверхности.

При этом (см. фиг. 2) отношение диаметра D1 внутренней поверхности стенки 3 корпуса к диаметру D2 внешней оболочки кабеля 1 составляет не менее 1,5.

Так, на фиг. 1, 2 представлена кабельная линия, у которой стенка 3 изготовлена из полимерного электропроводящего материала, чем достигаются ее электропроводящие свойства, в том числе, в направлении от внутренней поверхности стенки 3 к внешней ее поверхности (в поперечном направлении). При этом внешняя оболочка 2 кабеля 1 изготовлена из диэлектрического полимерного материала.

На фиг. 1, 2 стрелками обозначен путь тока из кабеля 1 через поврежденную внешнюю оболочку 2 во внутреннее пространство корпуса 3 и далее за его пределы (в грунт).

Так, на фиг. 3, 4 представлена кабельная линия, у которой стенка 3 изготовлена полимерного диэлектрического материала и в ней сформированы электропроводящие участки, выполненные в виде сквозных отверстий в стенке 3 корпуса 2 (на чертеже позицией не обозначены), распределенные по его длине, в каждом из которых установлен проходящий на всю глубину сквозного отверстия электропроводящий элемент 4 (на чертеже позицией обозначен один электропроводящий элемент). В частности, каждый электропроводящий элемент 4 выполнен в виде металлической перемычки.

Кроме того, в кабельной линии (фиг. 3, 4) внешняя оболочка 2 выполнена из электропроводящего полимерного материала, а стенка 3 имеет внутреннее 5 и внешнее 6 покрытие, изготовленное из электропроводящего материала, в частности, из металла.

На фиг. 3, 4 стрелками обозначен путь тока из кабеля 1 через поврежденную внешнюю оболочку 2 по ее электропроводящей поверхности и далее по электропроводящему внутреннему слою 5 стенки 3, через перемычку 4 за пределы корпуса (в грунт).

Устройство работает следующим образом.

При подаче испытательного тока по экрану кабеля 1 ток из поврежденной оболочки 2 кабеля 1 попадает или во внутреннее пространство стенки 3 корпуса кабелепровода (фиг. 1, 2) и далее через воздушную среду, находящуюся во внутреннем пространстве корпуса, попадает на внутреннюю поверхность стенки 3 или (фиг. 3, 4) ток из поврежденной оболочки кабеля 1 непосредственно попадает на внутреннюю поверхность (слой 5) стенки 3 корпуса, в частности (фиг. 3, 4) через электропроводящую оболочку 2 кабеля 1.

Сам факт протекания испытательного тока, выдаваемого подключенной к кабелю испытательной установкой, означает, что оболочка кабеля действительно где-то повреждена, и ток где-то выходит в грунт. Место выхода испытательного тока из кабеля в грунт, фиксируемое приборами, укажет конкретное место повреждения на трассе кабельной линии.

Для повышения электропроводящих свойств воздушной среды внутри корпуса кабелепровода его внутреннее пространство может быть заполнено электропроводящей средой, например, водой.

Ток (фиг. 1, 2) с внутренней поверхности стенки 3 проходит через нее в направлении от внутренней поверхности к внешней, что обеспечивается электропроводящими свойствами стенки 3 в поперечном направлении, и далее поступает в грунт, или ток (фиг. 3, 4) проходит через перемычки 4, расположенные вблизи места повреждения внешней оболочки 2 кабеля 1, в направлении от внутренней поверхности стенки 3 (слой 5) к ее внешней поверхности (слой 6) и далее попадает в грунт.

Попадающий в грунт ток фиксируется приборами, с помощью которых осуществляется поиск повреждения кабеля 1.

Промышленная применимость

Изобретение может быть использовано в отраслях, где применяются кабельные линии, в таких как, электроэнергетика, в сфере жилищно-коммунального хозяйства, в нефтегазовой, химической промышленности и других отраслях.

Были проведены испытания заявляемой кабельной линии рядом независимых организации в лабораторных и полевых условиях, которые продемонстрировали возможность оперативного и точного нахождения мест повреждения оболочки кабеля.

Так, в частности, организацией Публичное акционерное общество "Федеральный испытательный центр" были проведены испытания проложенной в грунте на глубине 1 м кабельной линии, в которой кабель, содержащий участок с поврежденной оболочкой, был размещен в изготовленном из специального полимерного электропроводящего материала трубчатом корпусе (Производитель ООО "ЭнергоТЭК",

маркировка "ПРОТЕКТОР ФЛЕКС ОМП").

Проводили поиск места повреждения оболочки кабеля стандартным методом "шагового напряжения".

Было выявлено место повреждения оболочки кабеля с погрешностью 0,3 м.

Указанный результат свидетельствует о высокой точности нахождения места повреждения кабеля с использованием заявляемого изобретения.

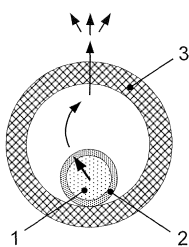
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Кабельная линия, включающая кабелепровод, имеющий трубчатый корпус, стенка которого выполнена из полимерного материала, а также снабженный внешней оболочкой, выполненной из полимерного материала, электрический кабель, проложенный внутри корпуса по его длине, отличающаяся тем, что стенка корпуса выполнена с обеспечением ее электропроводящих свойств, обуславливающих возможность протекания тока через стенку в направлении от ее внутренней поверхности к внешней поверхности, при этом отношение диаметра внутренней поверхности стенки корпуса к диаметру внешней оболочки кабеля составляет величину не менее 1,5.

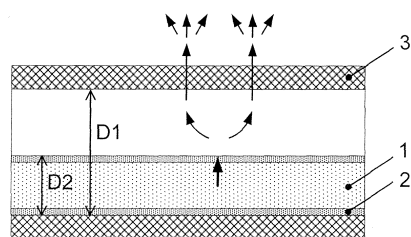
2. Кабельная линия по п.1, отличающаяся тем, что электропроводящие свойства стенки обеспечены путем использования для ее изготовления полимерного электропроводящего материала.

3. Кабельная линия по п.1, отличающаяся тем, что электропроводящие свойства стенки обеспечены путем использования для ее изготовления полимерного диэлектрического материала и формирования в ней электропроводящих участков, выполненных в виде сквозных отверстий в стенке корпуса, распределенных по его длине, в каждом из которых установлен проходящий на всю глубину сквозного отверстия электропроводящий элемент.

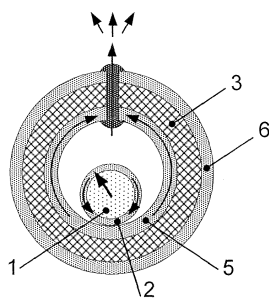
4. Кабельная линия по п.1, отличающаяся тем, что внешняя оболочка кабеля выполнена из полимерного электропроводящего материала.



Фиг. 1

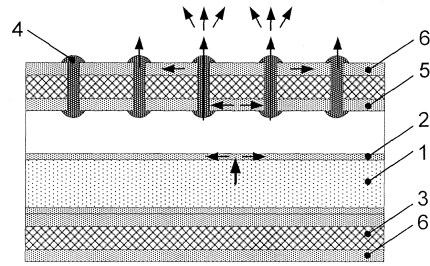


Фиг. 2



Фиг. 3

042644



Фиг. 4