



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013151695/07, 21.11.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
21.11.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 21.11.2013

(45) Опубликовано: 27.03.2014 Бюл. № 9

Адрес для переписки:

107258, Москва, ул. 2ая Прогонная, 11, кв. 97,  
пат. пов. рег. N 1261, Белову К.Ю.

(72) Автор(ы):

Антипов Сергей Геннадьевич (RU),  
Иванов Владимир Евгеньевич (RU),  
Уразов Геннадий Юрьевич (RU)

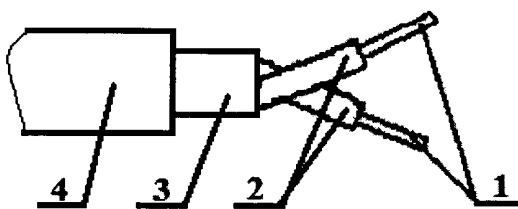
(73) Патентообладатель(и):

Антипов Сергей Геннадьевич (RU),  
Иванов Владимир Евгеньевич (RU),  
Уразов Геннадий Юрьевич (RU)

(54) МАЛООПАСНЫЙ ПО ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ БЕЗГАЛОГЕННЫЙ СИЛОВОЙ КАБЕЛЬ

## Формула полезной модели

Малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель, содержащий медные токопроводящие жилы, каждая из которых покрыта изоляцией из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR, и внешняя оболочка из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, при этом диаметр одной токопроводящей жилы относится к диаметру изоляции той же жилы как 1 к 1,5-2, кроме того, толщина внутренней оболочки составляет 0,3-0,6 мм, а толщина внешней оболочки относится к диаметру одной токопроводящей жилы как 1 к 1-2.



## Область применения

Заявленная полезная модель относится к безгалогенным силовым кабелям, защищенным от воздействия коррозии.

### Предшествующий уровень техники

5 Известен, выбранный в качестве ближайшего аналога, силовой безгалогенный, огнестойкий кабель, содержащий медные токопроводящие жилы, каждая из которых имеет термический барьер и покрыта изоляцией из полимерной композиции, не содержащей галогенов (безгалогенный компаунд), скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка из  
10 безгалогенного компаунда, поверх которой наложен термический барьер и внешняя оболочка из безгалогенного компаунда (публикация RU 108878 U1, кл. МПК H01B 9/02, опубл. 27.09.2011 Бюл. №27)

Полимерные композиции, не содержащие галогенов, слабо защищают медные жилы от воздействия крутящих и изгибающих нагрузок при монтаже кабеля. В результате,  
15 в местах приложения нагрузок на медной жиле возникают остаточные напряжения. Кроме того, изоляция медной жилы, выполненная из эластичной полимерной композиции, при монтаже не всегда плотно прилегает к медной жиле, особенно при отклонении оси указанного кабеля от прямолинейного положения на угол от 45° до 90°. В результате между изоляцией и медной жилой могут скапливаться водяные пары  
20 и воздух, содержащий кислород, проникающие вглубь изолированной жилы. В результате присутствия кислорода, содержащегося в воздухе сернистого газа (SO<sub>2</sub>) и водяных паров коррозионная стойкость меди значительно уменьшается.

Вышеперечисленные факторы в результате могут привести к возникновению стресс-коррозии. Стресс-коррозия - один из наиболее опасных видов коррозии, т.к. имеет  
25 остро локализованный характер и распространяется мгновенно. Стресс-коррозия возникает при одновременном воздействии различных нагрузок или пластической деформации, вызывающих остаточные напряжения в металле и агрессивной среды. Иными словами основными причинами стресс-коррозии являются остаточные  
30 напряжения и воздействие агрессивной среды. В отдельных случаях перечисленные выше негативные факторы могут вызывать стресс-коррозию глубиной проникновения в медную жилу до 5 мм, что приводит к полному разрыву указанной жилы.

Основным недостатком известного силового безгалогенного, огнестойкого кабеля является отсутствие в нем защиты от стресс-коррозии.

### Раскрытие полезной модели

35 Задачей заявленной полезной модели является повышение устойчивости токопроводящих жил к стресс-коррозии.

Техническим результатом, который может быть получен в заявленной полезной модели, является создание малоопасного по токсичности продуктов горения безгалогенного силового кабеля, в котором токопроводящие жилы будут герметично  
40 изолированы от окружающей среды, и в которых не будут возникать остаточные напряжения при сохранении возможности отклонения оси указанного кабеля от прямолинейного положения при монтаже и хранении на угол не менее 90°.

Технический результат достигается тем, что в малоопасном по токсичности продуктов горения безгалогенном силовом кабеле, содержащем медные токопроводящие жилы,  
45 каждая из которых покрыта изоляцией из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR, и внешняя оболочка из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, диаметр одной

токопроводящей жилы относится к диаметру изоляции той же жилы как 1 к 1,5-2, кроме того, толщина внутренней оболочки составляет 0,3-0,6 мм, а толщина внешней оболочки относится к диаметру одной токопроводящей жилы как 1 к 1-2.

#### Описание чертежей

5 Заявленная полезная модель поясняется при помощи чертежей, представленных на фиг. 1-3.

На фиг. 1 показан малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель в осевом разрезе.

10 На фиг. 2 малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель в радиальном разрезе.

На фиг. 3 показан малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель, у которого ось отклонена от прямолинейного положения на угол 90°.

#### Осуществление полезной модели

15 Заявленный малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель содержит медные токопроводящие жилы 1, каждая из которых покрыта изоляцией 2, скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка 3 и внешняя оболочка 4.

Заявленный малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель реализуется следующим образом.

20 При монтаже заявленного кабеля приходится изгибать его, как правило, так, что его ось отклоняется от своего положения на углы не более 90°. При изгибании кабеля образуется кольцевой сегмент, дуга которого с внешним большим радиусом является внешней стороной 5 изгиба, а дуга с меньшим радиусом является внутренней стороной 6 изгиба.

25 На внешней стороне 5 изгиба, как показано на фиг. 3, происходит максимальное растяжение изоляции 2 каждой токопроводящей жилы 1, внутренней оболочки 3 и внешней оболочки 4. На внутренней стороне 6 изгиба происходит максимальное сжатие изоляции 2 каждой токопроводящей жилы 1, внутренней оболочки 3 и внешней оболочки 4. Во время указанного изгиба изоляцию 2 каждой токопроводящей жилы 1, внутреннюю оболочку 3 и внешнюю оболочку 4 на внутренней стороне 6 изгиба можно сжимать  
30 только до нарушения целостности внешней оболочки 4, что не происходит при выполнении изгиба вручную. При этом при минимальном радиусе изгиба кабеля в токопроводящих жилах 1 отсутствуют остаточные напряжения. Кроме того, изоляция 2 каждой токопроводящей жилы 1 герметично изолирует поверхность каждой  
35 токопроводящей жилы 1. Возможность обеспечения отсутствия остаточных напряжений в токопроводящих жилах 1 в месте изгиба и сохранения герметичной изоляции поверхности каждой токопроводящей жилы 1 обеспечивается за счет сочетания материалов и соотношений размеров кабеля, выбранных опытным путем.

Для достижения заявленного технического результата изоляция 2 каждой  
40 токопроводящей жилы 1 и внешняя оболочка 4 выполнены из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, а внутренняя оболочка 3 выполнена из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. При этом диаметр одной токопроводящей жилы 1 относится к диаметру изоляции 2 той же жилы как 1 к 1,5-2. Толщина внутренней оболочки 3 составляет 0,3-0,6 мм, а толщина внешней оболочки 4 относится к диаметру одной  
45 токопроводящей жилы 1 как 1 к 1-2.

Для подтверждения влияния сочетания материалов и соотношений размеров кабеля на заявленный в данной полезной модели технический результат были изготовлены образцы малоопасного по токсичности продуктов горения безгалогенного силового

кабеля в соответствии с настоящей полезной моделью, описанные в приведенных ниже примерах.

#### Пример 1

5 Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 1,5 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, равен 2,25 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 30 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,3 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней  
10 оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 1,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу  
15 той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS  
20 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

#### Пример 2

25 Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 2 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, равен 3 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 30 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней  
30 оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 3 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу  
35 той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS  
40 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

#### Пример 3

45 Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 3 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, равен 4,5 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 200 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,6

мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°.

5 Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о  
10 том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

15 Для сравнения были изготовлены кабели, у которых соотношения размеров не соответствуют описанным выше, в настоящей полезной модели.

#### Пример 4

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 1,5  
20 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, равен 1,8 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 50 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,25 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 1,2 мм, выполненная из  
25 безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°.

Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от  
30 компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных  
35 напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции в медных жилах выявлены остаточные напряжения.

#### Пример 5

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 2  
40 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, равен 5 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 100 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 2,5 мм, выполненная из безгалогенного  
45 компаунда марки DFDA-1648NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°.

Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу

той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре достигало максимального значения 0,25 МПа, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы неплотно прилегает к медной жиле, между медной жилой и ее изоляцией образовались зазоры.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

Кабели приведенных выше примеров 1-5, были подвержены испытаниям в условиях воздействия открытого пламени в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60332-3-22-2005 «Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-22. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория А». Кабели помещали в открытое пламя пропановой газовой горелки на 40 мин. После прекращения воздействия открытым пламенем измеряли длину обугленной части каждого кабеля. Указанная длина составляла от 0,53 м до 0,67 м. В соответствии с требованием ГОСТ Р МЭК 60332-3-22-2005 указанная длина может достигать 2,5 м. При этом во время горения проводили отборы проб продуктов горения при помощи газоанализатора. При этом было определено, что показатель токсичности для кабелей примеров 1-5 составляет 65-75 г/м<sup>3</sup>. То есть, указанные кабели являются пожаробезопасными и малоопасными по токсичности продуктов горения.

Для сравнения были изготовлены кабели, у которых соотношения размеров соответствуют описанным выше, в настоящей полезной модели, но сочетание материалов каждой токопроводящей жилы, внутренней оболочки и внешней оболочки выбраны отличными от кабелей примеров 1-3.

#### Пример 6

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 1,5 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки Винтес 1110, равен 2,25 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 30 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,3 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки Винтес 3020. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 1,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки Винтес 2010.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубок компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре достигало максимального значения 0,25 МПа, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы неплотно прилегает к медной жиле, между медной жилой и ее изоляцией образовались зазоры.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции в медных жилах выявлены остаточные напряжения.

#### Пример 7

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий

две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 2 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки СС7760, равен 3 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 30 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки СС427. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 3 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки CONGuard S6645.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол  $90^\circ$ . Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре достигало максимального значения 0,25 МПа, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы неплотно прилегает к медной жиле, между медной жилой и ее изоляцией образовались зазоры.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

#### 20 Пример 8

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 3 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки СС7760, равен 4,5 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 200 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки СС427.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол  $90^\circ$ . Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции в медных жилах выявлены остаточные напряжения.

40 Таким образом, как можно видеть из приведенных выше описания и примеров, за счет сочетания соотношения размеров и материалов, из которых изготовлены изоляция каждой токопроводящей жилы, внутренняя и внешняя оболочки в малоопасном по токсичности продуктов горения безгалогенном силовом кабеле, токопроводящие жилы герметично изолированы от окружающей среды и не возникают остаточные напряжения в медных жилах при сохранении возможности отклонения оси указанного кабеля от прямолинейного положения при монтаже и хранении на угол не менее  $90^\circ$ .

## (57) Реферат

Заявленная полезная модель относится к безгалогенным силовым кабелям, защищенным от воздействия коррозии. Техническим результатом, который может быть  
5 получен в заявленной полезной модели, является создание малоопасного по токсичности продуктов горения безгалогенного силового кабеля, в котором токопроводящие жилы будут герметично изолированы от окружающей среды, и в которых не будут возникать остаточные напряжения при сохранении возможности отклонения оси указанного  
10 кабеля от прямолинейного положения при монтаже и хранении на угол не менее 90°. Технический результат достигается тем, что в малоопасном по токсичности продуктов горения безгалогенном силовом кабеле, содержащем медные токопроводящие жилы, каждая из которых покрыта изоляцией из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR,  
15 и внешняя оболочка из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648NT, диаметр одной токопроводящей жилы относится к диаметру изоляции той же жилы как 1 к 1,5-2, кроме того, толщина внутренней оболочки составляет 0,3-0,6 мм, а толщина внешней оболочки относится к диаметру одной токопроводящей жилы как 1 к 1-2.

20

25

30

35

40

45





## РЕФЕРАТ

Заявленная полезная модель относится к безгалогенным силовым кабелям, защищенным от воздействия коррозии.

Техническим результатом, который может быть получен в заявленной полезной модели, является создание малоопасного по токсичности продуктов горения безгалогенного силового кабеля, в котором токопроводящие жилы будут герметично изолированы от окружающей среды, и в которых не будут возникать остаточные напряжения при сохранении возможности отклонения оси указанного кабеля от прямолинейного положения при монтаже и хранении на угол не менее 90°.

Технический результат достигается тем, что в малоопасном по токсичности продуктов горения безгалогенном силовом кабеле, содержащем медные токопроводящие жилы, каждая из которых покрыта изоляцией из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR, и внешняя оболочка из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, диаметр одной токопроводящей жилы относится к диаметру изоляции той же жилы как 1 к 1,5-2, кроме того, толщина внутренней оболочки составляет 0,3-0,6 мм, а толщина внешней оболочки относится к диаметру одной токопроводящей жилы как 1 к 1-2.

SS



2013151695

*Класс МПК Н01В 7/28*

**МАЛООПАСНЫЙ ПО ТОКСИЧНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ  
БЕЗГАЛОГЕННЫЙ СИЛОВОЙ КАБЕЛЬ**

**Область применения**

Заявленная полезная модель относится к безгалогенным силовым кабелям, защищенным от воздействия коррозии.

**Предшествующий уровень техники**

Известен, выбранный в качестве ближайшего аналога, силовой безгалогенный, огнестойкий кабель, содержащий медные токопроводящие жилы, каждая из которых имеет термический барьер и покрыта изоляцией из полимерной композиции, не содержащей галогенов (безгалогенный компаунд), скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка из безгалогенного компаунда, поверх которой наложен термический барьер и внешняя оболочка из безгалогенного компаунда (публикация RU108878U1, кл. МПК Н01В9/02, опубл. 27.09.2011 Бюл. № 27)

Полимерные композиции, не содержащие галогенов, слабо защищают медные жилы от воздействия крутящих и изгибающих нагрузок при монтаже кабеля. В результате, в местах приложения нагрузок на медной жиле возникают остаточные напряжения. Кроме того, изоляция медной жилы, выполненная из эластичной полимерной композиции, при монтаже не всегда плотно прилегает к медной жиле, особенно при отклонении оси указанного кабеля от прямолинейного положения на угол от 45° до 90°. В результате между изоляцией и медной жилой могут скапливаться водяные пары и воздух, содержащий кислород, проникающие вглубь изолированной жилы. В результате присутствия кислорода, содержащегося в воздухе сернистого газа (SO<sub>2</sub>) и водяных паров коррозионная стойкость меди значительно уменьшается. Вышеперечисленные факторы в результате могут привести к возникновению стресс-коррозии. Стресс-коррозия — один из наиболее опасных видов коррозии, т. к. имеет остро локализованный характер и распространяется мгновенно. Стресс-коррозия возникает при одновременном воздействии различных нагрузок или пластической деформации, вызывающих остаточные напряжения в металле и агрессивной среды. Иными словами основными причинами стресс-коррозии являются остаточные напряжения и воздействие агрессивной среды. В отдельных случаях

перечисленные выше негативные факторы могут вызывать стресс-коррозию глубиной проникновения в медную жилу до 5 мм, что приводит к полному разрыву указанной жилы.

Основным недостатком известного силового безгалогенного, огнестойкого кабеля является отсутствие в нем защиты от стресс-коррозии.

#### **Раскрытие полезной модели**

Задачей заявленной полезной модели является повышение устойчивости токопроводящих жил к стресс-коррозии.

Техническим результатом, который может быть получен в заявленной полезной модели, является создание малоопасного по токсичности продуктов горения безгалогенного силового кабеля, в котором токопроводящие жилы будут герметично изолированы от окружающей среды, и в которых не будут возникать остаточные напряжения при сохранении возможности отклонения оси указанного кабеля от прямолинейного положения при монтаже и хранении на угол не менее 90°.

Технический результат достигается тем, что в малоопасном по токсичности продуктов горения безгалогенном силовом кабеле, содержащем медные токопроводящие жилы, каждая из которых покрыта изоляцией из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR, и внешняя оболочка из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, диаметр одной токопроводящей жилы относится к диаметру изоляции той же жилы как 1 к 1,5-2, кроме того, толщина внутренней оболочки составляет 0,3-0,6 мм, а толщина внешней оболочки относится к диаметру одной токопроводящей жилы как 1 к 1-2.

#### **Описание чертежей**

Заявленная полезная модель поясняется при помощи чертежей, представленных на фиг. 1 – 3.

На фиг. 1 показан малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель в осевом разрезе.

На фиг. 2 малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель в радиальном разрезе.

На фиг. 3 показан малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель, у которого ось отклонена от прямолинейного положения на угол 90°.

#### **Осуществление полезной модели**

Заявленный малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель содержит медные токопроводящие жилы 1, каждая из которых покрыта изоляцией 2, скрученные между собой, поверх скрученных изолированных токопроводящих жил наложена внутренняя оболочка 3 и внешняя оболочка 4.

**Заявленный малоопасный по токсичности продуктов горения безгалогенный силовой кабель реализуется следующим образом.**

При монтаже заявленного кабеля приходится изгибать его, как правило, так, что его ось отклоняется от своего положения на углы не более  $90^\circ$ . При изгибании кабеля образуется кольцевой сегмент, дуга которого с внешним большим радиусом является внешней стороной 5 изгиба, а дуга с меньшим радиусом является внутренней стороной 6 изгиба.

На внешней стороне 5 изгиба, как показано на фиг. 3, происходит максимальное растяжение изоляции 2 каждой токопроводящей жилы 1, внутренней оболочки 3 и внешней оболочки 4. На внутренней стороне 6 изгиба происходит максимальное сжатие изоляции 2 каждой токопроводящей жилы 1, внутренней оболочки 3 и внешней оболочки 4. Во время указанного изгиба изоляцию 2 каждой токопроводящей жилы 1, внутреннюю оболочку 3 и внешнюю оболочку 4 на внутренней стороне 6 изгиба можно сжимать только до нарушения целостности внешней оболочки 4, что не происходит при выполнении изгиба вручную. При этом при минимальном радиусе изгиба кабеля в токопроводящих жилах 1 отсутствуют остаточные напряжения. Кроме того, изоляция 2 каждой токопроводящей жилы 1 герметично изолирует поверхность каждой токопроводящей жилы 1. Возможность обеспечения отсутствия остаточных напряжений в токопроводящих жилах 1 в месте изгиба и сохранения герметичной изоляции поверхности каждой токопроводящей жилы 1 обеспечивается за счет сочетания материалов и соотношений размеров кабеля, выбранных опытным путем.

Для достижения заявленного технического результата изоляция 2 каждой токопроводящей жилы 1 и внешняя оболочка 4 выполнены из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, а внутренняя оболочка 3 выполнена из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. При этом диаметр одной токопроводящей жилы 1 относится к диаметру изоляции 2 той же жилы как 1 к 1,5-2. Толщина внутренней оболочки 3 составляет 0,3-0,6 мм, а толщина внешней оболочки 4 относится к диаметру одной токопроводящей жилы 1 как 1 к 1-2.

Для подтверждения влияния сочетания материалов и соотношений размеров кабеля на заявленный в данной полезной модели технический результат были изготовлены образцы малоопасного по токсичности продуктов горения безгалогенного силового кабеля

в соответствии с настоящей полезной моделью, описанные в приведенных ниже примерах.

#### **Пример 1**

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 1,5 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, равен 2,25 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 30 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,3 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 1,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

#### **Пример 2**

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 2 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, равен 3 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 30 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 3 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от

компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

### **Пример 3**

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 3 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, равен 4,5 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 200 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

Для сравнения были изготовлены кабели, у которых соотношения размеров не соответствуют описанным выше, в настоящей полезной модели.

### **Пример 4**

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 1,5 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, равен 1,8 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 50 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,25 мм,

выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 1,2 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол  $90^\circ$ . Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции в медных жилах выявлены остаточные напряжения.

#### **Пример 5**

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 2 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT, равен 5 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 100 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 2,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки DFDA-1648 NT.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол  $90^\circ$ . Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре достигало максимального значения 0,25 МПа, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы неплотно прилегает к медной жиле, между медной жилой и ее изоляцией образовались зазоры.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

Кабели приведенных выше примеров 1 – 5, были подвержены испытаниям в условиях воздействия открытого пламени в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60332-3-22-2005 «Испытания электрических и оптических кабелей в условиях воздействия пламени. Часть 3-22. Распространение пламени по вертикально расположенным пучкам проводов или кабелей. Категория А». Кабели помещали в открытое пламя пропановой газовой горелки на 40 мин. После прекращения воздействия открытым пламенем измеряли длину обугленной части каждого кабеля. Указанная длина составляла от 0,53 м до 0,67 м. В соответствии с требованием ГОСТ Р МЭК 60332-3-22-2005 указанная длина может достигать 2,5 м. При этом во время горения проводили отборы проб продуктов горения при помощи газоанализатора. При этом было определено, что показатель токсичности для кабелей примеров 1 -5 составляет 65-75 г/м<sup>3</sup>. То есть, указанные кабели являются пожаро-безопасными и малоопасными по токсичности продуктов горения.

Для сравнения были изготовлены кабели, у которых соотношения размеров соответствуют описанным выше, в настоящей полезной модели, но сочетание материалов каждой токопроводящей жилы, внутренней оболочки и внешней оболочки выбраны отличными от кабелей примеров 1 – 3.

#### **Пример 6**

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 1,5 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки Винтес 1110, равен 2,25 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 30 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,3 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки Винтес 3020. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 1,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки Винтес 2010.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре достигало максимального значения 0,25 МПа, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы неплотно прилегает к медной жиле, между медной жилой и ее изоляцией образовались зазоры.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных



напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции в медных жилах выявлены остаточные напряжения.

#### **Пример 7**

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 2 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки СС 7760, равен 3 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 30 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,5 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки СС 427. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 3 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки CONGuard S 6645.

У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре достигало максимального значения 0,25 МПа, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы неплотно прилегает к медной жиле, между медной жилой и ее изоляцией образовались зазоры.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции остаточных напряжений в медных жилах не выявлено.

#### **Пример 8**

Был изготовлен кабель в соответствии с настоящей полезной моделью, содержащий две медные токопроводящие жилы. Диаметр каждой токопроводящей жилы равен 3 мм, диаметр каждой жилы с изоляцией, выполненной из безгалогенного компаунда марки СС 7760, равен 4,5 мм. Жилы скручены между собой с шагом скрутки 200 мм. На скрученные изолированные жилы нанесена внутренняя оболочка толщиной 0,6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки FC-0103FR. Поверх внутренней оболочки нанесена внешняя оболочка толщиной 6 мм, выполненная из безгалогенного компаунда марки СС 427.

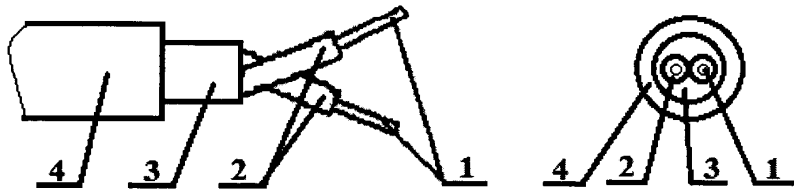
У отрезков изготовленного кабеля данного примера отклоняли ось на угол 90°. Конец каждой жилы попеременно при помощи специальной насадки соединяли с выходным патрубком компрессорного насоса. При этом к противоположному концу той же

жилы при помощи специальной насадки подключали манометр. После чего от компрессорного насоса нагнетали воздух под давлением 0,3 МПа в выходной патрубок в течение 10 с, при этом давление на манометре не изменялось, что свидетельствует о том, что изоляция каждой жилы плотно прилегает к медной жиле без зазоров.

Затем медные жилы очищали от изоляции и при помощи дифрактометра (XSTRESS 3000 G3R) методом рентгеновской дифракции, определяли наличие остаточных напряжений. В результате методом рентгеновской дифракции в медных жилах выявлены остаточные напряжения.

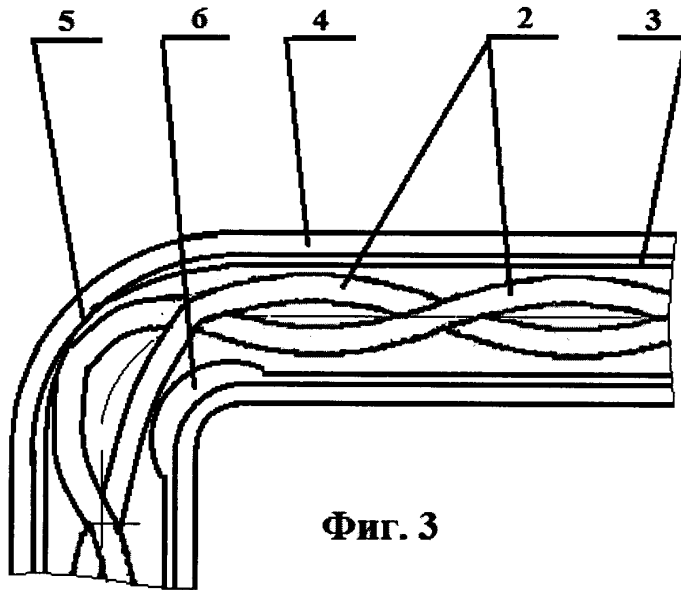
Таким образом, как можно видеть из приведенных выше описания и примеров, за счет сочетания соотношения размеров и материалов, из которых изготовлены изоляция каждой токопроводящей жилы, внутренняя и внешняя оболочки в малоопасном по токсичности продуктов горения безгалогенном силовом кабеле, токопроводящие жилы герметично изолированы от окружающей среды и не возникают остаточные напряжения в медных жилах при сохранении возможности отклонения оси указанного кабеля от прямолинейного положения при монтаже и хранении на угол не менее 90°.

PP



Фиг. 1

Фиг. 2



Фиг. 3