



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01B 3/44 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2020106611, 31.07.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
31.07.2018

Дата регистрации:
01.04.2022

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
31.07.2017 US 62/538,940

(43) Дата публикации заявки: 12.08.2021 Бюл. № 23

(45) Опубликовано: 01.04.2022 Бюл. № 10

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 12.02.2020

(86) Заявка РСТ:
US 2018/044496 (31.07.2018)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2019/027955 (07.02.2019)

Адрес для переписки:
105082, Москва, Спартаковский пер., 2, стр. 1,
секция 1, этаж 3, "ЕВРОМАРКПАТ"

(72) Автор(ы):

**ЧЖАН, Ичи (US),
ЮЙ, Синьди (US),
ЧАУДУХАРИ, Бхарат, И. (US),
ВИТУКИ, Джеральд, Лоренс (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ДАУ ГЛОУБЛ ТЕКНОЛОДЖИЗ ЛЛК
(US),
РОМ ЭНД ХААС КОМПАНИ (US),
ДАУ СИЛИКОНЗ КОРПОРЕЙШН (US)**

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 2012178868 A1, 12.07.2012. RU
2547011 C2, 10.04.2015. US 2015200038 A1,
16.07.2015. RU 2530779 C2, 10.10.2014. EA 13847
B1, 30.08.2010.

(54) ВЛАГООТВЕРЖДАЕМАЯ КОМПОЗИЦИЯ ДЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДА И КАБЕЛЯ И СЛОЁВ
ОБОЛОЧКИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к отверждаемым влагой композициям для изоляции провода и кабеля и слоев оболочки. Слой изоляции или оболочки для проводника с покрытием состоит из (А) сшитого силан-функционализованного полиолефина, (В) наполнителя, (С) силиконсодержащего полимера и (D) от 0,00% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки. Наполнитель состоит из более чем 50% мас. диоксида кремния в пересчете

на общую массу наполнителя. Полимер выбирают из группы, состоящей из реакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров, нереакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров и нереакционноспособных разветвленных силиконсодержащих полимеров. Диоксид кремния имеет средний размер частиц (D50) от 0,01 до 50 мкм. Изобретение имеет улучшенное сопротивление изоляции во влажном состоянии. 2 н. и 8 з.п. ф-лы.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H01B 3/44 (2022.02)

(21)(22) Application: **2020106611, 31.07.2018**

(24) Effective date for property rights:
31.07.2018

Registration date:
01.04.2022

Priority:

(30) Convention priority:
31.07.2017 US 62/538,940

(43) Application published: **12.08.2021 Bull. № 23**

(45) Date of publication: **01.04.2022 Bull. № 10**

(85) Commencement of national phase: **12.02.2020**

(86) PCT application:
US 2018/044496 (31.07.2018)

(87) PCT publication:
WO 2019/027955 (07.02.2019)

Mail address:
**105082, Moskva, Spartakovskij per., 2, str. 1,
sektiya 1, etazh 3, "EVROMARKPAT"**

(72) Inventor(s):

**CHZHAN, Ichi (US),
YUJ, Sindi (US),
CHAUDKHARI, Bkharat, I. (US),
VITUKI, Dzherald, Lorens (US)**

(73) Proprietor(s):

**DAU GLOUBL TEKNOLODZHIZ LLK (US),
ROM END KHAAS KOMPANI (US),
DAU SILIKONZ KORPOREJSHN (US)**

(54) **MOISTURE-CURABLE COMPOSITION FOR INSULATION OF WIRE AND CABLE AND SHELL LAYERS**

(57) Abstract:

FIELD: cable production.

SUBSTANCE: invention relates to moisture-curable compositions for insulation of wire and cable and shell layers. A layer of insulation or shell for a coated conductor consists of (A) cross-linked silane-functionalized polyolefin, (B) filler, (C) silicone-containing polymer, and (D) from 0.00% by wt. to 20% by wt. of a catalyst of silanol condensation per the total weight of the layer of insulation or shell. The filler consists of more than 50% by wt. of silicon dioxide per

the total weight of the filler. Polymer is selected from a group consisting of reactive linear silicone-containing polymers, non-reactive linear silicone-containing polymers and non-reactive branched silicon-containing polymers. Silicon dioxide has an average particle size (D50) from 0.01 to 50 μm .

EFFECT: invention has improved insulation resistance in a wet state.

10 cl

RU 2 769 510 C2

RU 2 769 510 C2

Область техники

Данное раскрытие относится к отверждаемым влагой композициям. В одном аспекте раскрытие относится к отверждаемым влагой композициям с высоким сопротивлением электрической изоляции во влажном состоянии и огнестойкости, тогда как в другом аспекте раскрытие относится к слоям изоляции и оболочки для проводов и кабелей, содержащих отверждаемую влагой композицию и проводники с покрытием, в том числе.

Уровень техники

Отверждаемые влагой композиции, содержащие силан-функционализированный полиолефин (например, силан-привитой полиолефин), часто используются для формирования покрытий, и, в частности, слоев изоляции или оболочки, для проводов и кабелей. Для улучшения огнестойкости композиций добавляют огнестойкий наполнитель или комбинацию наполнителей. Огнезащитные наполнители обычно разлагаются при повышенных температурах для выделения или поглощения тепла. Например, гидраты металлов и другие, не содержащие галогенов, огнезащитные наполнители выделяют инертный газ и поглощают энергию посредством реакции эндотермического разложения при воздействии высоких температур. Однако огнестойкие композиции, использующие такие безгалогенные наполнители, которые разлагаются при повышенных температурах, имеют тенденцию иметь низкое сопротивление электрической изоляции во влажном состоянии.

Кремнезем также считается огнестойким наполнителем. Однако, поскольку кремнезем не подвергается эндотермической реакции разложения, кремнезем обычно используется только в небольших количествах. Следовательно, в данной области техники признается необходимость в огнестойких композициях, в которых кремнезем используется в качестве основного огнезащитного наполнителя в отверждаемых влагой композициях.

Сущность изобретения

Раскрытие обеспечивает сшиваемую композицию для изоляции или слоя оболочки для проводника с покрытием. В одном варианте осуществления сшиваемая композиция содержит (А) сшитый силан-функционализированный полиолефин; (В) наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя; (С) силиконсодержащий полимер, выбранный из группы, состоящей из реакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров, нереакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров и нереакционноспособных разветвленных силиконсодержащих полимеров; и (D) от 0,00% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

В другом варианте осуществления раскрытие обеспечивает слой изоляции или оболочки для проводника с покрытием. В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки содержит (А) сшитый силан-функционализированный полиолефин; (В) наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя; (С) силиконсодержащий полимер, выбранный из группы, состоящей из реакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров, нереакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров и нереакционноспособных разветвленных силиконсодержащих полимеров; и (D) от 0,00% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу слоя изоляции.

В другом варианте осуществления раскрытие предусматривает проводник с покрытием. В одном варианте осуществления проводник с покрытием содержит

проводник и покрытие на проводнике, причем покрытие содержит (А) сшитый силан-функционализованный полиолефин; (В) наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя; (С) силиконсодержащий полимер, выбранный из группы, состоящей из реакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров, нереакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров и нереакционноспособных разветвленных силиконсодержащих полимеров; и (D) от 0,00% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу покрытия.

Определения и методы испытаний

Любое упоминание Периодической таблицы элементов относится к таблице, опубликованной в CRC Press, Inc., 1990–1991. Ссылка на группу элементов в этой таблице осуществляется с помощью новой записи для групп нумерации.

Для целей патентной практики Соединенных Штатов содержание любого патента, патентной заявки или публикации, на которые дается ссылка, включено в данную заявку в полном объеме посредством ссылки (или его эквивалентная версия в США включена посредством ссылки), особенно в отношении описания определений (в той степени, в которой это не противоречит каким-либо определениям, конкретно указанным в данном описании) и общих знаний в данной области техники.

Числовые диапазоны, раскрытые в данном документе, включают все значения из этих диапазонов, а также нижнее и верхнее значения. Для диапазонов, содержащих явные значения (например, 1 или 2, или 3 до 5, или 6, или 7), входит любой поддиапазон между любыми двумя явными значениями (например, от 1 до 2; от 2 до 6; от 5 до 7; от 3 до 7; 5-6 и т.д.).

Если не указано иное, или иное не следует явным образом из контекста, или не является общепринятым в данной области техники, все части и проценты относятся к массе, и все способы испытаний являются действующими на момент подачи данного раскрытия.

Термин «алкил» и «алкильная группа» относятся к насыщенной линейной, циклической или разветвленной углеводородной группе. «Арильная группа» относится к ароматическому заместителю, который может представлять собой одно ароматическое кольцо или несколько ароматических колец, которые конденсированы вместе, ковалентно связаны или связаны с общей группой, такой как метиленовая или этиленовая группа. Ароматическое кольцо (кольца) может включать среди прочих фенил, нафтил, антраценил и бифенил. В конкретных вариантах осуществления арилы имеют от 1 до 200 атомов углерода, от 1 до 50 атомов углерода или от 1 до 20 атомов углерода.

Термин «альфа-олефин», « α -олефин» и подобные термины относятся к углеводородной молекуле или замещенной углеводородной молекуле (то есть углеводородной молекуле, содержащей один или несколько атомов, отличных от водорода и углерода, например, галоген, кислород, азот и т.д.), углеводородной молекуле, содержащей (i) только одну этиленовую ненасыщенность, эту ненасыщенность, расположенную между первым и вторым атомами углерода, и (ii) по меньшей мере 2 атома углерода, предпочтительно от 3 до 20 атомов углерода, в некоторых случаях предпочтительно от 4 до 10 атомов углерода и в других случаях предпочтительно от 4 до 8 атомов углерода. Неограничивающие примеры α -олефинов, из которых получают эластомеры, включают этилен, пропилен, 1-бутен, 1-пентен, 1-гексен, 1-октен, 1-додецен и смеси двух или более из этих мономеров.

Термин «смесь», «полимерная смесь» и подобные термины означают композицию

из двух или более полимеров. Такая смесь может быть смешивающейся или не смешивающейся. Такая смесь может быть или может не быть разделенной на фазы. Такая смесь может содержать или не содержать одну или несколько конфигураций доменов, что определяется с помощью электронной трансмиссионной спектроскопии, рассеяния света, рассеяния рентгеновских лучей и любого другого метода, используемого для измерения и/или идентификации конфигураций домена. Смеси не являются слоистыми материалами, но один или несколько слоев слоистого материала могут содержать смесь.

Термин «карбоксилат» относится к соли или сложному эфиру карбоновой кислоты.

Термин «композиция», в контексте данного документа, включает смесь материалов, которые составляют композицию, а также продукты реакции и продукты разложения, образованные из материалов композиции.

Термины «содержащий», «включающий», «имеющий» и их производные не предназначены для исключения присутствия какого-либо дополнительного компонента, стадии или методики, независимо от того, конкретно раскрыто это самое или нет. Чтобы избежать каких-либо сомнений, все композиции, заявленные посредством использования термина «содержащий», могут включать в себя любую дополнительную добавку, адьювант или соединение, будь то полимерное или иное, если не указано иное. Напротив, термин «состоящий по существу из» исключает из объема любого последующего перечисления любой другой компонент, стадию или методику, за исключением тех, которые не являются существенными для надлежащего использования. Термин «состоящий из» исключает любой компонент, стадию или методику проведения, которые не были конкретно перечислены. Термин «или», если не указано иное, относится к перечисленным членам по отдельности, а также в любой их комбинации. Использование единственного числа включает использование множественного числа и наоборот.

«Проводник» представляет собой элемент удлиненной формы (провод, кабель, оптическое волокно) предназначенный для передачи энергии при любом напряжении (постоянном, переменном или переходном). Проводник обычно представляет собой, по меньшей мере, один металлический провод или, по меньшей мере, один металлический кабель (например, алюминиевый или медный), но может представлять собой и оптическое волокно. Проводник может быть одним кабелем или множеством кабелей, связанных вместе (то есть жилу кабеля или сердечник).

Термины «сшиваемый», «отверждаемый» и тому подобные означают, что полимер до или после формования в изделие не отверждался или не сшивался и не подвергался или не подвергался обработке, которая вызывала существенное сшивание, хотя полимер содержит добавку(и) или функциональность, которая будет вызывать существенное сшивание при воздействии или воздействии такой обработки (например, воздействие воды).

Термин «сшитый» и аналогичные термины означают, что полимерная композиция до или после формования в изделие, имеет экстрагируемые ксилолом или декалином вещества, содержание которых меньше или равно 90% мас. (то есть с содержанием геля больше или равным 10% мас.).

Термины «отвержденный» и подобные им означают, что полимер до или после его формования в изделие подвергался или подвергался обработке, вызывающей сшивание.

Плотность измеряют в соответствии с ASTM D792, Метод В. Результат записывается в граммах (г) на кубический сантиметр (г/куб. см или г/см³).

Динамическая вязкость представляет собой сопротивление жидкости сдвиговым потокам и указывается в Па с (паскаль секунды), мПа с (миллипаскаль секунды) или

мПа с (мегапаскаль секунды). Сдвиговая вязкость рассчитывается как $\eta = \tau/\dot{\gamma}$, где η - сдвиговая вязкость, измеренная в паскалях секунды, τ - сдвиговое напряжение, измеренное в паскалях, а $\dot{\gamma}$ - скорость сдвига, измеренная в обратных секундах.

5 целей данного раскрытия динамическая вязкость измеряется в соответствии с ASTM D445.

«Этилен/ α -олефиновый полимер» представляет собой полимер, в котором основную часть массы относительно массы полимера составляет полимеризованный этилен, и содержится один или несколько α -олефиновых сомономеров.

10 «Полимер на основе этилена», «этиленовый полимер» или «полиэтилен» представляет собой полимер, который содержит не менее 50% мас. или большую часть полимеризованного этилена в пересчете на массу полимера, и необязательно может содержать один или несколько сомономеров. Подходящие сомомеры включают, но не ограничиваются ими, альфа-олефины и ненасыщенные сложные эфиры. Подходящие ненасыщенные сложные эфиры включают алкилацрилаты, алкилметакрилаты и

15 винилкарбоксилаты. Подходящие неограничивающие примеры акрилатов и метакрилатов включают этилакрилат, метилакрилат, метилметакрилат, трет-бутилакрилат, н-бутилакрилат, н-бутилметакрилат и 2-этилгексилакрилат. Подходящие неограничивающие примеры винилкарбоксилатов включают винилацетат, винилпропионат и винилбутаноат. Общий термин «полимер на основе этилена», таким

20 образом, включает гомополимер этилена и интерполимер этилена. «Полимер на основе этилена» и термин «полиэтилен» используются взаимозаменяемо. Неограничивающие примеры полимера на основе этилена (полиэтилена) включают полиэтилен низкой плотности (LDPE) и линейный полиэтилен. Неограничивающие примеры линейного

25 полиэтилена включают линейный полиэтилен низкой плотности (LLDPE), полиэтилен сверхнизкой плотности (ULDPE), полиэтилен очень низкой плотности (VLDPE), многокомпонентный сополимер на основе этилена (EPE), этилен/ β -олефиновый мультиблочный сополимер (также известные как олефиновые блок-сополимеры (ОБС)), получаемый с использованием одноцентрового катализатора линейный

30 полиэтилен низкой плотности (m-LLDPE), по существу линейные или линейные пластомеры/эластомеры, полиэтилен средней плотности (MDPE) и полиэтилен высокой плотности (HDPE). Как правило, полиэтилен может быть получен в газофазных реакторах с псевдооживленным слоем, в жидкофазных реакторах с суспензионным процессом или в реакторах с жидкофазным раствором, с использованием гетерогенной

35 каталитической системы, такой как катализатор Циглера-Натта, гомогенной каталитической системы, содержащей переходные металлы 4 группы, и лигандные структуры, такие как металлоцен, металлоцентрированный неметаллоцен, гетероарил, гетеровалентный арилоксиэфир, фосфинимин и другие. Комбинации гетерогенных и/или гомогенных катализаторов также могут быть использованы в технологической

40 схеме с одним или двумя реакторами. Полиэтилен также может быть получен в реакторе высокого давления без катализатора.

«Функциональная группа» и подобные термины относятся к группе или группе атомов, ответственных за придание конкретному соединению его характерных реакций. Неограничивающие примеры функциональных групп включают гетероатомсодержащие

45 фрагменты, кислородсодержащие фрагменты (например, спиртовые, альдегидные, сложноэфирные, эфирные, кетонные и пероксидные группы) и азотсодержащие фрагменты (например, амидные, аминные, азо, имидные, иминные, нитратные, нитрильные и нитритные группы).

Испытание на горизонтальное горение проводится в соответствии с UL-2556. Горелка

установлена под углом 20° относительно горизонтали образца (медная проволока 14 AWG с полимерным слоем 30 мил/толщина стенки). Одноразовое пламя применяется к середине образца в течение 30 секунд. Образец получает отказ, когда оболочка воспламеняется (сообщается в секундах) или зона обугливания превышает 100 мм.

5 «Гидролизуемая силановая группа» и подобные термины подразумевают силановую группу, которая будет реагировать с водой. Такие группы включают алкоксисилановые группы на мономерах или полимерах, которые могут гидролизироваться с образованием силанольных групп, которые, в свою очередь, могут конденсироваться, что приводит к сшивке мономеров или полимеров.

10 Термин «интерполимер», как используется в данном документе, относится к полимерам, полученным путем полимеризации, по меньшей мере, двух различных типов мономеров. Таким образом, общий термин интерполимер включает сополимеры (применяемые для обозначения полимеров, полученных из двух разных типов мономеров), и полимеры, полученные из более, чем двух разных типов мономеров.

15 Кинематическая вязкость представляет собой соотношение сдвиговой вязкости к плотности жидкости и указывается в Ст (стоксы) или сСт (сантистоксы). Для целей данного описания кинематическая вязкость измеряется при 40°C с использованием вискозиметра Брукфилда в соответствии с ASTM D445 или.

20 Средний размер частиц, или D50, представляет собой диаметр частиц, при котором 50% частиц имеют диаметр, меньший или равный D50, и 50% частиц имеют диаметр, больший, чем D50.

Измерение индекса расплава (MI) для полиэтилена проводят в соответствии с ASTM D1238, Условие 190°C/2,16 килограмм (кг), ранее известное как «Условие E» и также известное как I₂, и указывают в граммах, элюированных за 10 минут.

25 «Металлы» включают все элементы, перечисленные в качестве металлов в Периодической таблице элементов, включая Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, Fr, Ra, Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg и Cn, а также лантаноиды и актиноиды.

30 «Безметалловый», «безметалловый наполнитель» или «безметалловая композиция» представляет собой наполнитель или композицию, содержащую от 0% мас., или более 0% мас., или 0,05% мас., или 0,1% мас. до менее 0,15% мас., или менее 0,2% мас., или менее 0,3% мас., или менее 0,4% мас., или менее 0,5% мас. металлов по массе.

35 Термины «отверждаемый влагой» и подобные термины указывают на то, что композиция будет отверждаться, то есть сшиваться при воздействии воды. Отверждение влагой может осуществляться с помощью или без помощи сшивающего катализатора (например, катализатора силанольной конденсации), промотора и т.д.

40 «Полимер» представляет собой полимерное соединение, полученное полимеризацией мономеров, одного и того же или разных типов. Таким образом, общий термин «полимер» охватывает термин «гомополимер» (используемый для обозначения полимеров, полученных только из одного типа мономера, при том понимании, что следовые количества примесей могут быть включены в структуру полимера), и термин «интерполимер», который включает сополимеры (используемые для обозначения полимеров, полученных из двух различных типов мономеров), терполимеры (используемые для обозначения полимеров, полученных из трех различных типов мономеров) и полимеры, полученные из более чем трех различных типов мономеров. Следовые количества примесей, например остатков катализатора, могут быть включены в и/или внутри полимера. Он также охватывает все формы сополимера, например,

случайную, блочную и т.д. Термины «этилен/ α -олефиновый полимер» и «пропилен/ α -олефиновый полимер» указывают на сополимер, как описано выше, полученный из полимеризованного этилена или пропилена, соответственно, и одного или нескольких дополнительных полимеризуемых α -олефиновых сомономеров. Отмечено, что хотя
 5 полимер часто называют «изготовленным из» одного или нескольких указанных мономеров «на основе» указанного мономера или мономера типа, «содержащего» указанное содержание мономера или тому подобное, в этом контексте термин «мономер» понимается как относящийся к полимеризованному остатку указанного мономера, а не к неполимеризованному виду. Обычно упоминаемые в данном документе
 10 полимеры основаны на «звеньях», которые представляют собой полимеризованную форму соответствующего мономера.

«Полиолефин» и подобные термины означают полимер, полученный из простых олефиновых мономеров, например этилена, пропилена, 1-бутена, 1-гексена, 1-октена и тому подобного. Олефиновые мономеры могут быть замещенными или
 15 незамещенными, и, если они замещены, заместители могут широко варьироваться.

«Полимер на основе пропилена», «пропиленовый полимер» или «полипропилен» представляет собой полимер, который содержит 50% мас. или более, или большую часть полимеризованного пропилена в пересчете на массу полимера, и необязательно может содержать один или несколько сомономеров. Общий термин «полимер на основе
 20 пропилена», таким образом, включает гомополимер пропилена и интерполимер пропилена.

«Комнатная температура» означает 25°C +/- 4°C.

«Оболочка» - это общий термин, и при использовании в отношении кабелей он включает в себя изоляционные покрытия или слои, защитные оболочки и тому подобное.
 25 Относительная удельная масса представляет собой соотношение плотности вещества к плотности стандарта. В случае жидкости стандартом является вода. Относительная удельная масса является безразмерной величиной и измеряется в соответствии с ASTM D1298.

Среднемассовая молекулярная масса (M_w) определяется как среднемассовая
 30 молекулярная масса полимера, а среднечисленная молекулярная масса (M_n) определяется как среднечисленная молекулярная масса полимера. Индекс полидисперсности измеряют в соответствии со следующей методикой: Полимеры анализируют гелем-проникающей хроматографией (ГПХ) на высокотемпературной хроматографической установке Waters 150°C, оборудованной тремя линейными колонками со смешанным слоем
 35 (Polymer Laboratories (размер частиц 10 микрон)), в рабочем состоянии при температуре системы 140°C. Растворитель представляет собой 1,2,4-трихлорбензол, из которого готовят растворы образцов с концентрацией около 0,5% мас. для впрыскивания. Скорость потока составляет 1,0 миллилитр/минуту (мл/мин), а объем впрыска составляет 100 микролитров (мкл). Определение молекулярной массы производят с использованием
 40 полистирольных стандартов с узким молекулярно-массовым распределением (от Polymer Laboratories) в сочетании с их элюирующими объемами. Эквивалентную молекулярную массу полиэтилена определяют, используя соответствующие коэффициенты Марка-Хувинка для полиэтилена и полистирола (как описано Williams и Ward в Journal of Polymer Science, Polymer Letters, Vol. 6, (621) 1968, включенном в данный
 45 документ в качестве ссылки), чтобы получить уравнение:

$$M_{\text{полиэтилен}} = (a)(M_{\text{полистирол}})^b$$

В этом уравнении $a = 0,4316$ и $b = 1,0$.

Среднемассовая молекулярная масса, M_w , рассчитывается обычным способом по

формуле:

$$M_w = E(w_i)(M_i)$$

где w_i и M_i представляют собой массовую долю и молекулярную массу, соответственно, i -й фракции, элюируемой из колонки ГПХ. Обычно M_w этиленового полимера находится в диапазоне от 42000 до 64000, предпочтительно от 44000 до 61000 и более предпочтительно от 46000 до 55000.

Сопротивление влажной изоляции (IR) обычно проводят на спиральном проводнике с влагоотверждаемым покрытием (медный провод 14 AWG с полимерным слоем 30 мил/толщина стенки), из которого провода длиной 10 футов (3,048 метра) были погружены в электрическую водяную баню при 90°C. Провода соединены с мегомметром таким образом, что вода представляет собой один электрод, а проводник - другой. Таким образом, электрическое сопротивление постоянному току (DC) изоляционного слоя измеряется при приложенном напряжении 500 В. Первоначальное измерение проводится через 6–24 часа после погружения, а все последующие измерения проводятся с 7-дневной периодичностью в течение периода обычно до 12 недель, в то время как образец выдерживается при переменном токе (AC) при 600 В. Если до 10-12 недель среднее сопротивление, измеренное для провода длиной 10 футов, составляет менее 1000 МОм, считается, что образцы не прошли испытания и помечены как «Отказ». Для тех образцов, которые демонстрируют более высокое сопротивление, чем 1000 МОм до 10-12 недель, коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии рассчитывается путем деления среднего значения IR, зарегистрированного в 10-12 недель, на среднее значение IR, зарегистрированное в 6-8 недель.

«Провод» представляет собой одну нить проводящего металла, например меди или алюминия, или одну нить оптического волокна.

Подробное описание сущности изобретения

В варианте осуществления раскрытие обеспечивает сшиваемую композицию для использования в качестве слоя оболочки для проводника с покрытием. Используемый в данном документе термин «слой оболочки» охватывает слой изоляции. В одном варианте осуществления слой оболочки представляет собой слой изоляции.

В одном варианте осуществления раскрытие обеспечивает сшиваемую композицию для изоляционного слоя или оболочки для проводника с покрытием, причем сшиваемая композиция содержит (А) силан-функционализированный полиолефин, (В) наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя; (С) силиконсодержащий полимер, и (D) от 0,00% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу сшиваемой композиции

В одном варианте осуществления раскрытие обеспечивает слой изоляции или слой оболочки для проводника с покрытием, содержащий (А) сшитый силан-функционализированный полиолефин, (В) наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя, (С) силиконсодержащий полимер и (D) от 0,00% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

(А) Силан-функционализированный полиолефин

Сшиваемая композиция включает силан-функционализированный полиолефин.

В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиолефин содержит от 0,1% мас., или 0,3% мас., или 0,5% мас., или 0,8% мас., или 1,0% мас., или 1,2% мас., или 1,5% мас. до 1,8% мас. или 2,0% мас., или 2,3% мас., или 2,5% мас., или 3,0% мас., или 3,5% мас., или 4,0% мас., или 4,5% мас., или 5,0% мас. силана, в пересчете на общую массу силан-функционализированного полиолефина.

В одном варианте осуществления силан-функционализованный полиолефин имеет плотность от 0,850 г/см³, или 0,860 г/см³, или 0,875 г/см³, или 0,890 г/см³ до 0,900 г/см³, или 0,910 г/см³, или 0,915 г/см³, или 0,920 г/см³, или 0,930 г/см³, или 0,940 г/см³, или 0,950 г/см³, или 0,960 г/см³, или 0,965 г/см³, как измерено ASTM D-792.

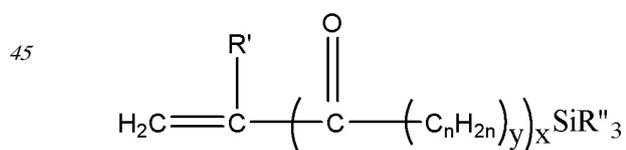
В одном варианте осуществления силан-функционализованный полиолефин представляет собой альфа-олефин/силановый сополимер или силан-привитой полиолефин (Si-g-PO).

Альфа-олефин/силановый сополимер образуется путем сополимеризации альфа-олефина (такого как этилен) и гидролизуемого силанового мономера (такого как винилсилановый мономер). В одном варианте осуществления альфа-олефин/силановый сополимер в этилен/силановом сополимере получают сополимеризацией этилена, гидролизуемого силанового мономера и, необязательно, ненасыщенного сложного эфира. Получение этилен силановых сополимеров описано, например, в USP 3225018 и USP 4574133, каждый из которых включен в данное описание посредством ссылки.

Силан-привитой полиолефин (Si-g-PO) образуется путем прививки гидролизуемого силанового мономера (такого как винилсилановый мономер) на основную цепь базового полиолефина (такого как полиэтилен). В одном варианте осуществления прививка происходит в присутствии генератора свободных радикалов, такого как пероксид. Гидролизуемый силановый мономер может быть привит к основной цепи базового полиолефина до компаундирования или смешивания Si-g-PO в конечное изделие или одновременно с экструзией композиции для образования конечного изделия. Например, в варианте осуществления Si-g-PO образуется до того, как Si-g-PO смешивают с (B) наполнителем, (C) силиконсодержащим полимером, (D) катализатором силанольной конденсации и другими необязательными компонентами. В другом варианте осуществления Si-g-PO образуется путем смешивания полиолефина, гидролизуемого силанового мономера и катализатора/содержива вместе с (B) наполнителем, (C) силиконсодержащим полимером, (D) катализатором силанольной конденсации, и другими дополнительными компонентами.

Базовый полиолефин для Si-g-PO может представлять собой полимер на основе этилена или пропилена. В одном варианте осуществления базовый полиолефин представляет собой полимер на основе этилена, в результате чего получается полимер на основе этилена с привитым силаном (Si-g-PE). Неограничивающие примеры подходящих полимеров на основе этилена включают гомополимеры этилена и интерполимеры этилена, содержащие один или несколько полимеризуемых сомономеров, таких как ненасыщенный сложный эфир и/или альфа-олефин.

Гидролизуемый силановый мономер, используемый для получения альфа-олефин/силанового сополимера или Si-g-PO, представляет собой силансодержащий мономер, который эффективно сополимеризуется с альфа-олефином (например, этиленом) с образованием альфа-олефин/силанового сополимера (например, этилен/силановый сополимер) или прививание и сшивание альфа-олефинового полимера (например, полиолефина) с образованием Si-g-PO. Типичными гидролизуемыми силановыми мономерами являются те, которые имеют следующую структуру:



где R' представляет собой атом водорода или метильную группу; x и y равны 0 или

1 при условии, что когда x равен 1, y равен 1; n представляет собой целое число от 1 до 12 включительно, предпочтительно от 1 до 4, и каждый R'' независимо представляет собой гидролизуемую органическую группу, такую как алкоксигруппа, имеющая от 1 до 12 атомов углерода (например, метокси, этокси, бутокси), арилоксигруппа (например, фенокси), арилоксигруппа (например, бензилокси), алифатическая ацилоксигруппа, имеющая от 1 до 12 атомов углерода (например, формилокси, ацетилокси, пропаноилокси), amino или замещенные аминогруппы (алкиламино, ариламино) или низшая алкильная группа имеющая от 1 до 6 атомов углерода включительно, при условии, что не более чем одна из трех R'' групп представляет собой алкильную.

10 Неограничивающие примеры подходящих гидролизуемых силановых мономеров включают силаны, которые содержат этиленненасыщенную гидрокарбильную группу, такую как винильная, аллильная, изопрופןильная, бутенильная, циклогексенильная или гамма- (мет) акрилоксиаллильная группа, и гидролизуемую группу, такую как, например, для, например, гидрокарбилокси, гидрокарбонилокси или гидрокарбиламиногруппа. Примеры гидролизуемых групп включают метокси, этокси, формилокси, ацетокси, пропионилокси и алкильную или ариламиногруппы.

15 В одном варианте осуществления гидролизуемый силановый мономер представляет собой ненасыщенный алкоксисилан, такой как винилтриметоксисилан (VTMS), винилтриэтоксисилан, винилтриацетоксисилан, гамма-(мет)акрилокси, пропилтриметоксисилан и смеси этих силанов.

Неограничивающие примеры подходящих ненасыщенных сложных эфиров, используемых для получения альфа-олефин/силанового сополимера, включают алкилакрилат, алкилметакрилат или винилкарбоксилат. Неограничивающие примеры подходящих алкильных групп включают метил, этил, *n*-пропил, изопропил, *n*-бутил, трет-бутил и т.д. В одном варианте осуществления алкильная группа имеет от 1, или 2 до 4, или 8 атомов углерода. Неограничивающие примеры подходящих алкилакрилатов включают этилакрилат, метилакрилат, трет-бутилакрилат, *n*-бутилакрилат и 2-этилгексилакрилат. Неограничивающие примеры подходящих алкилметакрилатов включают метилметакрилат и *n*-бутилметакрилат. В варианте осуществления карбоксилатная группа имеет от 2 до 5, или 6, или 8 атомов углерода.

30 Неограничивающие примеры подходящих винилкарбоксилатов включают винулацетат, винилпропионат и винилбутаноат.

В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиолефин представляет собой силан-функционализированный полиэтилен. «Силан-функционализированный полиэтилен» представляет собой полимер, который содержит силан и равную или превышающую 50% мас. или большую часть полимеризованного этилена в пересчете на общую массу полимера.

40 В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиэтилен, содержит (i) от 50% мас. или 55% мас., или 60% мас., или 65% мас., или 70% мас. или 80% мас., или 90% мас., или 95% мас. до 97% мас., или 98% мас., или 99% мас., или менее чем 100% мас. этилена, и (ii) от 0,1% мас., или 0,3% мас., или 0,5% мас., или 0,8% мас., или 1,0% мас., или 1,2% мас., или 1,5% мас. до 1,8% мас., или 2,0% мас., или 2,3% мас., или 2,5% мас., или 3,0% мас., или 3,5% мас., или 4,0% мас., или 4,5% мас. или 5,0% мас. силана в пересчете на общую массу силан-функционализированного полиэтилена.

45 В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиэтилен имеет индекс расплава (MI) от 0,1 г/10 мин, или 0,5 г/10 мин, или 1,0 г/10 мин, или 2 г/10 мин, или 3 г/10 мин, или 5 г/10 мин, или 8 г/10 мин, или 10 г/10 мин, или 15 г/10 мин, или 20 г/10 мин, или 25 г/10 мин, или 30 г/10 мин до 40 г/10 мин, или 45 г/10 мин, или 50 г/10

мин, или 55 г/10 мин, или 60 г/10 мин, или 65 г/10 мин, или 70 г/10 мин или 75 г/10 мин, или 80 г/10 мин, или 85 г/10 мин, или 90 г/10 мин, измеренный в соответствии с ASTM D1238 (190°C/2,16 кг).

5 В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиэтилен представляет собой этилен/силановый сополимер.

В одном варианте осуществления этилен/силановый сополимер содержит этилен и гидролизуемый силановый мономер в качестве единственных мономерных звеньев.

10 В одном варианте осуществления этилен/силановый сополимер необязательно включает C₃, или C₄ до C₆, или C₈, или C₁₀, или C₁₂, или C₁₆, или C₁₈, или C₂₀ α-олефин; ненасыщенный сложный эфир; и их комбинации. В одном варианте осуществления этилен/силановый сополимер представляет собой реакторный сополимер этилена/ненасыщенного сложного эфира/силана.

15 Неограничивающие примеры подходящих этилен/силановых сополимеров включают SI-LINK™ DFDA-5451 NT и SI-LINK™ ACDFDB-5451 NT, каждый из которых доступен от DowChemicalCompany, Midland, Michigan.

Этилен/силановый реакторный сополимер может содержать два или более вариантов осуществления, раскрытых в данном документе.

В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиэтилен представляет собой Si-g-PE.

20 Базовый полимер на основе этилена для Si-g-PE включает от 50% мас. или 55% мас., или 60% мас., или 65% мас., или 70% мас., или 80% мас., или 90% мас., или 95% мас. до 97% мас., или 98% мас., или 99% мас., или 100% мас. этилена, в пересчете на общую массу базового полимера на основе этилена.

25 В одном варианте осуществления основной полимер на основе этилена для Si-g-PE имеет плотность от 0,850 г/см³, или 0,860 г/см³, или 0,875 г/см³, или от 0,890 г/см³ до 0,900 г/см³, или 0,910 г/см³, или 0,915 г/см³, или 0,920 г/см³, или 0,930 г/см³, или 0,940 г/см³, или 0,950 г/см³, или 0,960 г/см³, или 0,965 г/см³. как измерено ASTM D-792.

30 В одном варианте осуществления основной полимер на основе этилена для Si-g-PE имеет индекс расплава (MI) от 0,1 г/10 мин, или 0,5 г/10 мин, или 1,0 г/10 мин, или 2 г/10 мин, или 3 г/10 мин, или 5 г/10 мин, или 8 г/10 мин, или 10 г/10 мин, или 15 г/10 мин, или 20 г/10 мин, или 25 г/10 мин, или 30 г/10 мин до 40 г/10 мин, или 45 г/10 мин, или 50 г/10 мин, или 55 г/10 мин, или 60 г/10 мин, или 65 г/10 мин, или 70 г/10 мин, или 75 г/10 мин, или 80 г/10 мин, или 85 г 10 мин, или 90 г/10 мин, измерено в соответствии с ASTM D1238
35 (190°C/2,16 кг).

В одном варианте осуществления основной полимер на основе этилена для Si-g-PE представляет собой гомогенный полимер. Гомогенные полимеры на основе этилена имеют индекс полидисперсности (Mw/Mn или MWD) в диапазоне от 1,5 до 3,5 и, по существу, однородное распределение сомономера, и характеризуются индивидуальной
40 и относительно низкой температурой плавления, измеренной с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии (DSC). По существу линейные сополимеры этилена (SLEP) представляют собой гомогенные полимеры на основе этилена.

45 Используемый в данном документе термин «по существу линейный» означает, что блочный полимер замещен в среднем около от 0,01 длинноцепочечными ответвлениями/1000 суммарных атомов углерода (включая как углероды основной цепи, так и углероды разветвленной цепи) или около 0,05 длинноцепочечными ответвлениями/1000 суммарных атомов углерода (включая как углероды основной цепи, так и углероды разветвленной

цепи), или около 0,3 длинноцепочечными ответвлениями/1000 суммарных атомов углерода (включая как углероды основной цепи, так и углероды разветвленной цепи) до около 1 длинноцепочечного ответвления/1000 суммарных атомов углерода (включая как углероды основной цепи, так и углероды разветвленной цепи) или около 3
 5 длинноцепочечных ответвлений/1000 суммарных атомов углерода (включая как углероды основной цепи, так и углероды разветвленной цепи).

«Длинноцепочечные ответвления» или «длинноцепочечные разветвления» (LCB) означают, что длина цепи, по меньшей мере, на один (1) атом углерода меньше, чем число атомов углерода в сомономере. Например, этилен/1-октеновый SLEP имеет
 10 основные цепи с длинноцепочечными ответвлениями, по меньшей мере, с семью (7) атомами углерода в длину, а этилен/1-гексеновый SLEP имеет длинноцепочечные ответвления, по меньшей мере, с пятью (5) атомами углерода в длину. LCB может быть идентифицирован с использованием ^{13}C ядерного магнитного резонанса (ЯМР) спектроскопии и в ограниченной степени, например, для гомополимеров этилена, он
 15 может быть количественно определен с использованием метода Рэндалла (Rev. Macromol. Chem. Phys., C29 (2&3). p.285-297). В патенте США 4500648 указано, что частота LCB может быть представлена уравнением $\text{LCB} = b/M_w$, в котором b представляет собой среднемассовое количество LCB на молекулу, а M_w представляет собой среднемассовую молекулярную массу. Средние значения молекулярной массы и характеристики LCB
 20 определяют методами гель-проникающей хроматографии (ГПХ) и характеристической вязкости.

Линейные сополимеры этилена SLEPs и способ их получения более полно описаны в патенте США 5741858 и патенте США 5986028.

В одном варианте осуществления основной полимер на основе этилена для Si-g-PE
 25 представляет собой сополимер этилена/ненасыщенного сложного эфира. Ненасыщенный сложный эфир может быть любым ненасыщенным сложным эфиром, раскрытым в данном документе, таким как этилакрилат. В одном варианте осуществления основной полимер на основе этилена для Si-g-PE представляет собой сополимер этилена/
 этилакрилата (ЕЕА).

В одном варианте осуществления основной полимер на основе этилена для Si-g-PE
 30 представляет собой этилен/ α -олефиновый сополимер. α -Олефин содержит от 3, или 4 до 6, или 8, или 10, или 12, или 16, или 18, или 20 атомов углерода. Неограничивающие примеры подходящего α -олефина включают пропилен, бутен, гексен и октен. В одном варианте осуществления сополимер на основе этилена представляет собой этилен/
 35 октеновый сополимер. Когда сополимер на основе этилена представляет собой сополимер этилена/ α -олефина, Si-g-PO представляет собой силан-привитой сополимер этилена/ α -олефина.

Неограничивающие примеры подходящих этилен/альфа-олефиновых сополимеров, используемых в качестве базового полимера на основе этилена для Si-g-PE, включают
 40 смолы ENGAGE™ и INFUSE™, доступные от DowChemicalCompany.

В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиолефин представляет собой силан-привитой этилен/ C_4 - C_8 альфа-олефиновый полимер, имеющий одно или оба из следующих свойств:

(i) плотность от $0,850 \text{ г/см}^3$, или $0,860 \text{ г/см}^3$, или $0,875 \text{ г/см}^3$, или $0,890 \text{ г/см}^3$ до $0,900 \text{ г/см}^3$, или $0,910 \text{ г/см}^3$, или $0,915 \text{ г/см}^3$, или $0,920 \text{ г/см}^3$, или $0,925 \text{ г/см}^3$, или $0,930 \text{ г/см}^3$
 45 или $0,935 \text{ г/см}^3$; и

(ii) индекс расплава от 0,1 г/10 мин, или 0,5 г/10 мин, или 1,0 г/10 мин, или 2 г/10 мин,

или 5 г/10 мин, или 8 г/10 мин, или 10 г/10 мин, или 15 г/10 мин, или 20 г/10 мин, или 25 г/10 мин, или 30 г/10 мин до 30 г/10 мин, или 35 г/10 мин, или 45 г/10 мин, или 50 г/10 мин, или 55 г/10 мин, или 60 г/10 мин, или 65 г/10 мин, или 70 г/10 мин, или 75 г/10 мин, или 80 г/10 мин, или 85 г/10 мин или 90 г/10 мин; В одном варианте осуществления силан-привитой полимер на основе этилена обладает обоими свойствами (i) - (ii).

Силан-функционализованный полиолефин присутствует в количестве от 10% мас., или 20% мас., или 30% мас., или 40% мас., или 50% мас. до 60% мас., или 80% мас., или 90% мас., или 95% мас. в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

Смеси силан-функционализованных полиолефинов также могут быть использованы, и силан-функционализованный полиолефин(ы) может быть разбавлен одним или несколькими другими полимерами до такой степени, что полимеры (i) смешиваются или совместимы друг с другом, и (ii) силан-функционализованный полиолефин(ы) составляет от 70% мас., или 75% мас., или 80% мас., или 85% мас., или 90% мас., или 95% мас., или 98% мас., или 99% мас. до менее чем 100% мас. смеси.

Силан-функционализованный полиолефин может включать два или более вариантов осуществления, раскрытых в данном документе.

(B) Наполнитель

Сшиваемая композиция включает наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния (диоксид кремния (SiO_2)), в пересчете на общую массу наполнителя.

Диоксид кремния может представлять собой природный диоксид кремния или синтетический диоксид кремния. Синтетический диоксид кремния включает коллоидный диоксид кремния, электродуговый диоксид кремния, конденсированный диоксид кремния, силикагель и осажденный диоксид кремния.

В варианте осуществления кремнезем имеет средний размер частиц (D50) от 0,01 мкм, или 0,1 мкм, или 0,5 мкм, или 1,0 мкм, или 5,0 мкм, или 10,0 мкм до 20,0 мкм, или 25,0 мкм, или 30,0 мкм, или 35,0 мкм, или 40,0 мкм, или 45,0 мкм, или 50,0 мкм.

Диоксид кремния может содержать два или более раскрытых в данном документе вариантов осуществления.

Диоксид кремния может быть единственным наполнителем, или наполнитель может включать один или несколько дополнительных наполнителей. В одном варианте осуществления наполнитель включает один или несколько дополнительных или вторичных наполнителей в сочетании с диоксидом кремния. Неограничивающие примеры подходящих вторичных наполнителей включают оксид алюминия (оксид алюминия, Al_2O_3), оксид титана (диоксид титана, TiO_2), карбид кремния (SiC), частицы стекла, стеклянные шарики, пластиковую крупку, кварц, угольную зольную пыль, карбонат кальция, сульфат бария, технический углерод, оксиды металлов, неорганический материал, природный материал, тригидрат оксида алюминия, силикат алюминия, гидроксид магния, боксит, тальк, слюду, барит, каолин, постпотребительское стекло, постиндустриальное стекло, синтетическое и натуральное волокно или любая их комбинация.

В варианте осуществления наполнитель содержит от более чем 50% мас. или 60% мас., или 70% мас., или 80% мас., или 90% мас., или 95% мас., или 96% мас., или 97% мас., или 98% мас. до 99% мас., или 99,1% мас., или 99,2% мас., или 99,3% мас., или 99,4% мас., или 99,5% мас., или 99,6% мас., или 99,7% мас., или 99,8% мас., или 99,9% мас., или менее 100% мас., или 100% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя.

В одном варианте осуществления кремнезем является единственным наполнителем. Как единственный наполнитель, кремнезем является наполнителем, исключая любой другой наполнитель. В дополнительном варианте осуществления кремнезем является

единственным наполнителем в слое изоляции или оболочки, за исключением одного, нескольких или всех следующих наполнителей: оксида алюминия (оксид алюминия, Al_2O_3), оксида титана (диоксид титана, TiO_2), карбида кремния (SiC), стеклянных частиц, стеклянных шариков, пластиковой крупы, кварца, угольной летучей золы, карбоната кальция, сульфата бария, сажи, оксидов металлов, неорганического материала, природного материала, тригидрата глинозема, силиката алюминия, гидроксида магния, бокситов, талька, слюды, барита, каолина, постпотребительского стекла, постиндустриального стекла, синтетического и натурального волокна.

В одном варианте осуществления кремнезем является единственным наполнителем, а наполнитель не содержит металлов. Безметалловый наполнитель содержит от 0% мас., или более чем 0% мас., или 0,05% мас., или 0,1% мас. до 0,15% мас, или 0,2% мас., или 0,3% или 0,4% мас., или 0,5% мас металлов, в пересчете на общую массу наполнителя. Используемый здесь термин «металлы» включает все элементы, перечисленные в качестве металлов в Периодической таблице элементов, включая Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, OsIr, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, Fr, Ra, Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg и Cn, а также лантаноиды и актиноиды.

В одном варианте осуществления наполнитель представляет собой смесь двух или более наполнителей, как описано в данном документе.

В варианте осуществления наполнитель или смесь двух или более наполнителей присутствует в количестве от 10% мас. или 20% мас., или 40% мас. до 50% мас. или 60% мас., или 70% мас., или 80% мас., или 90% мас. в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

Наполнитель может содержать два или большее количество раскрытых в данном документе вариантов осуществления.

(C) Силиконсодержащий полимер

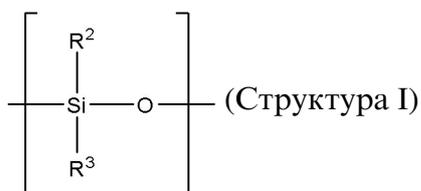
Слой изоляции или оболочки включает силиконсодержащий полимер, выбранный из реакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров, нереакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров и/или нереакционноспособных разветвленных силиконсодержащих полимеров. В одном варианте осуществления силиконсодержащий полимер представляет собой реакционноспособный линейный силиконсодержащий полимер или нереакционноспособный линейный силиконсодержащий полимер

Силиконсодержащий полимер имеет плотность от 0,95 г/см³, или 0,96 г/см³, или 0,97 г/см³, до 0,98 г/см³, или 0,99 г/см³, или 1,00 г/см³ при 25°C.

Жидкий при комнатной температуре, силиконсодержащий полимер имеет кинематическую вязкость от 1 сСт, или 50 сСт, или 100 сСт, или 500 сСт, или 1000 сСт, или 5000 сСт, или 10000 сСт до 15000 сСт, или 25000 сСт, или 50000 сСт, или 75000 сСт, или 1000000 сСт, или 5000000 сСт при 25°C.

В одном варианте осуществления силиконсодержащий полимер представляет собой реакционноспособный линейный силиконсодержащий полимер или нереакционноспособный линейный силиконсодержащий полимер.

В одном варианте осуществления силиконсодержащий полимер представляет собой полисилоксан. Полисилоксан представляет собой полимер, имеющий общую структуру (I):



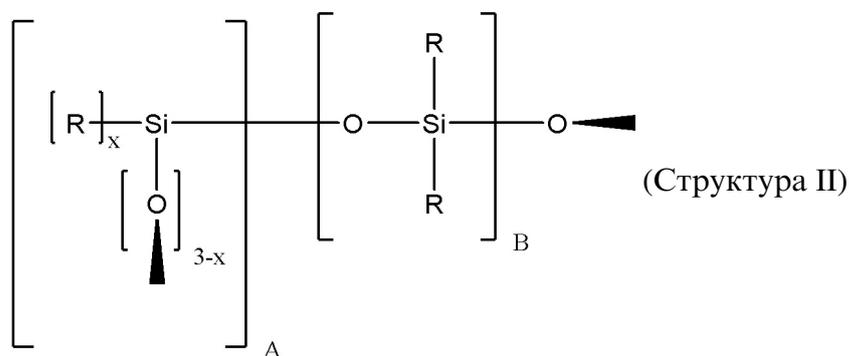
где R^2 и R^3 , каждый, представляют собой водород или алкильную группу при условии, что, если силиконсодержащий полимер представляет собой линейный полисилоксан, то оба из R^2 и R^3 должны быть H или метильной группой.

В варианте осуществления полисилоксан представляет собой линейный полисилоксан, имеющий общую структуру I, где R^2 и R^3 независимо представляют собой H или метильную группу. В одном варианте осуществления полисилоксан представляет собой линейный полисилоксан, имеющий общую структуру I, где R^2 и R^3 каждый представляет собой метильную группу.

В варианте осуществления линейный полисилоксан может быть реакционноспособным или неакционноспособным. Реакционноспособный линейный полисилоксан включает, по меньшей мере, одну концевую функциональную группу, то есть функциональную группу на конце полимера. Неограничивающие примеры подходящих функциональных групп включают группы, по которым могут проходить как реакции гидролиза, так и реакции конденсации, такие как гидроксисилоксигруппы или алкоксисилоксигруппы. Неакционноспособный линейный полисилоксан имеет концевые алкильные или ароматические группы.

Неограничивающие примеры подходящих линейных полисилоксанов включают линейный полидиметилсилоксан (ПДМС), линейный поли(этилметилсилоксан) и их комбинации. Неограничивающим примером неакционноспособного линейного полисилоксана является PMX-200, полидиметилсилоксановый полимер, имеющий концевые группы $-\text{Si}(\text{CH}_3)_3$, доступный от DowCorning. Неограничивающим примером реакционноспособного линейного полисилоксана является XIAMETER® OHX-4000, полидиметилсилоксановый полимер с концевой силанольной (например, $-\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{OH}$) функциональностью, доступный от DowCorning.

В одном варианте осуществления полисилоксан представляет собой разветвленный полисилоксан, имеющий общую структуру (II)



где x равен 0 или 1, каждый R независимо представляет собой алкильную группу или арильную группу, имеющую один или несколько атомов углерода, A представляет собой молярное соотношение сшитых звеньев и больше чем 0, B представляет собой молярное соотношение линейных звеньев и больше чем 0, а $A + B$ равно 1,00. В приведенной выше Структуре II каждая «клиновидная связь» или «» обозначает

связь с Si в другой полисилоксановой цепи.

В одном варианте осуществления соотношение А:В составляет от 1:99, или 5:95, или 25:75 до 95:5, или 97:3, или 99:1.

5 В одном варианте осуществления разветвленный полисилоксан представляет собой блок-полисилоксан, имеющий блоки линейных звеньев и блоки сшитых звеньев, или случайный полисилоксан, имеющий случайные равновесные распределения сшитых звеньев и линейных звеньев с естественным распределением различных структур.

Разветвленный полисилоксан представляет собой нереакционноспособный разветвленный полисилоксан.

10 В варианте осуществления силиконсодержащий полимер представляет собой смесь двух или более силиконсодержащих полимеров, как описано в данном документе. Смесь двух или более силиконсодержащих полимеров состоит из 0% мас., или 5% мас., или 10% мас., или 20% мас., или 30% мас., или 40% мас., до 50% мас., или 60% мас., или 70% мас., или 75% мас., или 80% мас., или 85% мас., или 90% мас., или 95% мас. линейного
15 полисилоксана, который является (i) реакционноспособным, (ii) нереакционноспособным или (iii) смеси как реакционноспособных, так и нереакционноспособных линейных полисилоксанов и от 10% мас., или 15% мас., или 20% мас., или 25% мас., или 30% мас., или 40% мас., или 50% мас. до 60% мас., или 70% мас., или 80% мас., или 90% мас., или 95% мас., или 100% мас., нереакционноспособного разветвленного полисилоксана.

20 В одном варианте осуществления силиконсодержащий полимер или смесь силиконсодержащих полимеров присутствует в количестве от более чем 2% мас., или 3% мас., или 4% мас., или 4,25% мас., или 4,5% мас., или 4,75% мас. до 5% мас., или 5,5% мас., или 6% мас., или 7% мас., или 8% мас., или 9% мас., или 10% мас., или 15% мас., или 20% мас. в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

25 Силиконсодержащий полимер может содержать два или более раскрытых в данном документе вариантов осуществления.

Катализатор силанольной конденсации

В варианте осуществления сшиваемая композиция включает катализатор силанольной конденсации, такой как кислоты и основания Льюиса и Бренстеда. «Катализатор
30 силанольной конденсации» способствует сшиванию силан-функционализованного полиолефина. Кислоты Льюиса - это химические вещества, которые могут принимать электронную пару из основания Льюиса. Основания Льюиса - это химические вещества, которые могут пожертвовать электронную пару кислоте Льюиса. Неограничивающие примеры подходящих кислот Льюиса включают карбоксилаты олова, такие как
35 дилауратдибутил олова (DBTDL), олеатдиметилгидроксиолова, малеатдиоктилолова, малеатди-н-бутилолова, диацетатдибутилолова, диоктоатдибутилолова, ацетат олова, октоатолова и различные другие металлоорганические соединения, такие как нафтенат свинца, каприлат цинка и нафтенат кобальта. Неограничивающие примеры подходящих оснований Льюиса включают первичные, вторичные и третичные амины. Катализаторы
40 силанольной конденсации обычно используются в приложениях отверждения влагой.

Катализатор силанольной конденсации добавляют в сшиваемую композицию во время процесса изготовления кабеля. Как таковой, силан-функционализованный полиолефин может испытывать некоторое сшивание до того, как он покинет экструдер с завершением сшивания после того, как он покинул экструдер при воздействии влаги,
45 присутствующей в окружающей среде, в которой он хранится, транспортируется или используется, хотя основное сшивание задерживается до воздействия влаги на конечную композицию (например, баня для потения или охлаждающая баня)

В одном варианте осуществления катализатор силанольной конденсации включен

в смесь маточной смеси катализатора, а маточная смесь катализатора включена в композицию. Маточная смесь катализатора включает катализатор силанольной конденсации в одной или нескольких смолах-носителях. В одном варианте осуществления смола-носитель является такой же, как полиолефиновая смола, которая
5 функционализована силаном для превращения в силан-функционализованный полиолефин или другой полимер, который не является реакционноспособным в данной композиции. В одном варианте осуществления смола-носитель представляет собой смесь двух или более таких смол. Неограничивающие примеры подходящих смол-носителей включают полиолефиновые гомополимеры (например, полипропиленовый
10 гомополимер, полиэтиленовый гомополимер), пропилен/альфа-олефиновые полимеры и этилен/альфа-олефиновые полимеры.

Неограничивающие примеры подходящей маточной смеси катализаторов включают в себя те, которые продаются под торговым названием SI-LINK™ от DowChemicalCompany, включая SI-LINK™ DFDA-5481 Natural и SI-LINK™ ACDFDA-
15 5488 NT. SI-LINK™ DFDA-5481 Natural представляет собой маточную смесь катализатора, содержащую смесь 1-бутен/этиленового полимера, гомополимера этилена, антиоксиданта на основе фенольного соединения, на основе дилаурата дибутилолова (DBTDL) (катализатор силанольной конденсации) и фенольного соединения гидразида. SI-LINK™ ACDFDA-5488 NT представляет собой маточную смесь для катализатора,
20 содержащую смесь термопластичного полимера, антиоксиданта на основе фенольного соединения и катализатора гидрофобной кислоты (катализатора силанольной конденсации).

В одном варианте осуществления катализатор силанольной конденсации представляет собой смесь двух или более катализаторов силанольной конденсации, как описано в
25 данном документе.

В одном варианте осуществления катализатор силанольной конденсации или смесь двух или более катализаторов силанольных конденсации присутствует в количестве от 0,002% мас., или 0,005% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,05% мас., или 0,08%
30 мас., или 0,1% мас., или 0,15% мас., или 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас., или 0,6% мас., или 0,8% мас., или 1,0% мас., до 1,5% мас., или 2% мас., или 4% мас., или 5% мас., или 6% мас., или 8% мас., или 10% мас., или 15% мас., или 20% мас., в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

В одном варианте осуществления композиция содержит от 0,5% мас. или 1,0% мас., или 2,0% мас., или 3,0% мас., или 4,0% мас., до 5,0% мас., или 6,0% мас., или 7,0% мас.,
35 или 8,0% мас., или 9,0% мас., или 10,0% мас., или 15,0% мас., или 20,0% мас., маточной смеси катализатора, в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

Катализатор силанольной конденсации может содержать два или более вариантов осуществления, раскрытых в данном документе.

Дополнительные добавки

40 В варианте осуществления сшиваемая композиция включает одну или более дополнительных добавок. Неограничивающие примеры подходящих добавок включают деактиваторы металлов, поглотители влаги, антиоксиданты, антиблокирующие агенты, стабилизирующие агенты, красители, поглотители или стабилизаторы ультрафиолетового (УФ) (например, светостабилизаторы из затрудненного амина
45 (HALS) и диоксид титана), другие антипирены, компатибилизаторы, наполнители и технологические добавки. Неограничивающие примеры УФ-стабилизаторов включают затрудненные

Металлические деактиваторы подавляют каталитическое действие металлических

поверхностей и следов металлических минералов. Металлические деактиваторы преобразуют следы металла и металлических поверхностей в неактивную форму, например, путем секвестрации. Неограничивающие примеры подходящих деактиваторов металлов включают 1,2-бис(3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-*гидроциннамоил*)гидразин, 2,2'-оксаминдо-бис[этил3-(3,5-ди-трет)-бутил-4-гидрокси-*фенил*]пропионат] и оксалилбис(бензилиденгидразид) (ОАВН). В варианте осуществления сшиваемая композиция включает ОАВН. Деактиватор металла присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05% мас., или 0,1% мас., или 0,5% мас., или 1% мас., или 2% мас., или 3% мас., до 5% мас., или 6% мас., или 7% мас., или 8% мас., или 9% мас., или 10% мас., в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

Поглотители влаги удаляют или деактивируют нежелательную воду в сшиваемой композиции для предотвращения нежелательного (преждевременного) сшивания и других иницируемых водой реакций в сшиваемой композиции. Неограничивающие примеры поглотителей влаги включают органические соединения, выбранные из ортоэфиров, ацеталей, кеталей или силанов, таких как алкоксисиланы. В одном варианте осуществления поглотитель влаги представляет собой алкоксисилан. Поглотитель влаги присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05% мас., или 0,1% мас., или 0,2% мас., или 0,3% мас., до 0,5% мас., или до 0,75% мас., или до 1,0% мас., или до 1,5% мас., или до 2,0% мас., или до 3,0% мас. в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

«Антиоксидант» относится к типам или классам химических соединений, которые могут использоваться для минимизации окисления, которое может происходить во время переработки полимеров. Подходящие антиоксиданты включают высокомолекулярные затрудненные фенолы и многофункциональные фенолы, такие как сера- и фосфорсодержащий фенол. Типичные затрудненные фенолы включают 1,3,5-триметил-2,4,6-трис-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-*бензил*)бензол, пентаэритритилтетраakis-3(3,5-ди-трет)-бутил-4-гидрокси-*фенил*]пропионат; н-октадецил-3(3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-*фенил*)пропионат; 4,4'-метиленбис(2,6-трет-бутил-*фенол*); 4,4'-тиобис(6-трет-бутил-*о-крезол*); 2,6-ди-трет-бутил-*фенол*; 6-(4-гидрокси-*фенокси*)-2,4-бис(н-октил-*тио*)-1,3,5-триазин, ди-н-октил-*тио*)этил 3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-*бензоат* и сорбит гекса[3-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-*фенил*) пропионат]. В одном варианте осуществления композиция включает пентаэритритолтетраakis (3-(3,5-ди-трет-бутил-4-гидрокси-*фенил*)пропионат), коммерчески доступный как Irganox® 1010 от BASF.

Антиоксидант присутствует в количестве от 0% мас. до более чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05% мас., или 0,06% мас., или 0,07% мас., или 0,08% мас., или 0,09% мас., или 0,1% мас. до 0,12% мас., или 0,14% мас., или 0,16% мас., или 0,18% мас., или 0,2% мас., или 0,25% мас., или 0,3% мас., или 0,5% мас., или 1% мас., или 2% мас. в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

Другие необязательные добавки, включая антиблокирующие агенты, стабилизирующие агенты, красители, ультрафиолетовые (УФ) поглотители или стабилизаторы, другие антипирены, совместители, наполнители и технологические добавки, присутствуют в количестве от 0% мас., или более 0% мас., или 0,01% мас., или 0,1% мас., до 1% мас., или 2% мас., или 3% мас., или 5% мас., или 10% мас. в пересчете на общую массу композиции.

Сшиваемая композиция

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки представляет собой продукт реакции сшиваемой композиции, содержащей (А) силан-

функционализированный полиолефин, (B) наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния, в пересчете на общую массу наполнителя, (C) силиконсодержащий полимер и (D) от 0,002% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

5 В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиолефин присутствует в количестве от 10% мас., или 20% мас., или 30% мас., или 40% мас., или 50% мас. до 60% мас., или 80% мас. или 90% мас. или 95% мас. в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

10 В одном варианте осуществления наполнитель содержит более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя и присутствует в количестве от 10% мас. или 20% мас., или 40% мас. до 50% мас., или 60% мас., или 70% мас., или 80% мас., или 90% мас., в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

15 В одном варианте осуществления наполнитель содержит от 50% мас. или 60% мас., или 70% мас., до 80% мас., или 90% мас., или 95% мас., или 96% мас., или 97% мас., или 98% мас., до 99% мас., или 99,1% мас., или 99,2% мас., или 99,3% мас., или 99,4% мас., или 99,5% мас., или 99,6% мас., или 99,7% мас., или 99,8% мас., или 99,9% мас. или менее 100% мас., или 100% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя.

В варианте осуществления сшиваемая композиция не содержит наполнителя, за исключением кремнеземистого наполнителя.

20 В одном варианте осуществления силиконсодержащий полимер присутствует в количестве от более 2% мас., или 3% мас., или 4% мас., или 4,25% мас., или 4,5% мас., или 4,75% мас. до 5% мас., или 5,5% мас., или 6% мас., или 7% мас., или 8% мас., или 9% мас., или 10% мас., или 15% мас., или 20% мас., в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

25 В одном варианте осуществления катализатор силанольной конденсации присутствует в количестве от 0,002% мас., или 0,005% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,05% мас., или 0,08% мас., или 0,1% мас. или 0,15% мас., или 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас., или 0,6% мас., или 0,8% мас., или 1,0% мас. до 1,5% мас., или 2% мас., или 4% мас., или 5% мас., или 6% мас., или 8% мас., или 10% мас., или 15% мас.,
30 или 20% мас. в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

35 В одном варианте осуществления дезактиватор металла присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05 мас.%, или 0,1% мас., или 0,5% мас., или 1% мас., или 2% мас., или 3% мас. до 5% мас., или 6% мас., или 7% мас., или 8% мас., или 9% мас. или 10% мас. в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

40 В одном варианте осуществления поглотитель влаги присутствует в количестве от 0% мас., или более 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05% мас., или 0,1% мас., или 0,2% мас., до 0,3% мас., или до 0,5% мас., или до 0,75% мас., или до 1,0% мас., или до 1,5% мас., или до 2,0% мас., или до 3,0% мас.% в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

45 В одном варианте осуществления антиоксидант присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05% мас. или 0,06% мас., или 0,07% мас., или 0,08% мас., или 0,09% мас., или от 0,1% мас. до 0,12% мас., или 0,14% мас., или 0,16% мас., или 0,18% мас., или 0,2% мас., или 0,25% мас., или 0,3% мас., или 0,5% мас., или 1% мас., или 2% мас., в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

В варианте осуществления одна или несколько добавок, например, антиблокирующих агентов, стабилизирующих агентов, красителей, УФ-поглотителей или стабилизаторов,

других антипиренов, совместителей, наполнителей и технологических добавок, присутствует в количестве от 0% мас. или более 0% мас., или 0,01% мас., или от 0,1% мас. до 1% мас., или 2% мас., или 3% мас., или 5% мас., или 10% мас., в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

5 В одном варианте осуществления сшиваемая композиция не содержит металла. Безметалловая сшиваемая композиция содержит от 0% мас. или более чем 0% мас. или 0,05% мас. или 0,1% мас. до 0,15% мас., или 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас. металлов в пересчете на общую массу сшиваемой композиции. Используемый в данном документе термин «металлы» включает в себя все элементы, перечисленные в качестве металлов в Периодической таблице элементов, включая Li, Be, Na, Mg, Al, 10 K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, OsIr, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, Fr, Ra, Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg и Cn, а также лантаноиды и актиноиды

Сшиваемая композиция может быть приготовлена путем сухого смешивания или 15 смешивания в расплаве отдельных компонентов и добавок. Расплавленная смесь может быть гранулирована для будущего использования или немедленно перенесена в экструдер, чтобы сформировать слой изоляции или оболочки и/или проводник с покрытием. Для удобства некоторые ингредиенты могут быть предварительно смешаны, например, путем формования из расплава или в суперконцентраты.

20 В варианте осуществления сшиваемая композиция является отверждаемой влагой. Сшиваемая композиция может содержать два или более раскрытых в данном документе вариантов осуществления.

Слой изоляции или оболочки

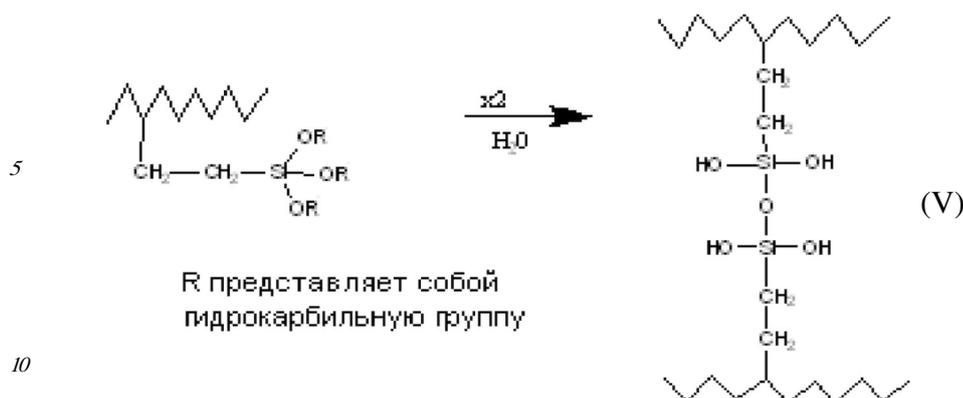
В варианте осуществления сшиваемая композиция используется для формования 25 слоя оболочки. В варианте осуществления слой оболочки представляет собой слой изоляции.

Способ производства изоляционного или защитного слоя включает нагревание сшиваемой композиции по меньшей мере до температуры плавления силан-функционализованного полиолефина и последующее экструдирование расплавленной 30 полимерной смеси на проводник. Термин «на» включает в себя прямой контакт или косвенный контакт между расплавленной смесью и проводником. Расплавленная смесь находится в экструдированном состоянии.

Слой изоляции или оболочки является сшитым. В одном варианте сшивание начинается в экструдере, но только в минимальной степени. В другом варианте сшивание 35 задерживается до тех пор, пока композиция не отверждается под воздействием влаги («отверждение влагой»).

Используемый в данном документе термин «отверждение влагой» представляет собой гидролиз гидролизуемых групп путем воздействия воды на силан-функционализованный полиолефин с образованием силанольных групп, которые 40 затем подвергаются конденсации (с помощью катализатора силанольной конденсации) с образованием силановых связей. Силановые связи соединяют или иным образом сшивают полимерные цепи, чтобы получить связанный с силаном полиолефин. Схематическое изображение реакции отверждения влагой представлено в реакции (V) ниже.

45



В одном варианте осуществления влага представляет собой воду. В одном варианте осуществления отверждение влагой проводится посредством воздействия на слой изоляции или оболочки или проводника с покрытием воды в форме влаги (например, 15 воды в газообразном состоянии или пара) или погружения слоя изоляции или слоя оболочки или проводника с покрытием в водяную баню. Относительная влажность может достигать 100%.

В одном варианте осуществления отверждение влагой происходит при температуре от комнатной температуры (условия окружающей среды) до 100°C в течение времени 20 от 1 часа, или 4 часов, или 12 часов, или 24 часов, или 3 дней, или 5 дней до 6 дней, или 8 дней, или 10 дней, или 12 дней, или 14 дней, или 28 дней, или 60 дней.

В одном варианте осуществления раскрытие обеспечивает слой изоляции или оболочки для проводника с покрытием, содержащий (А) сшитый силан-функционализованный полиолефин, (В) наполнитель, содержащий более 50% мас. 25 диоксида кремния, в пересчете на общую массу наполнителя, (С) силиконсодержащий полимер и (D) от 0,00% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

В варианте осуществления силан-функционализованный полиолефин присутствует в количестве от 10% мас., или 20% мас., или 30% мас., или 40% мас., или 50% мас. до 30 60% мас., или 80% мас., или 90% мас., или 95% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

В одном варианте осуществления наполнитель содержит более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя и присутствует в количестве от 10% мас. или 20% мас., или 40% мас. до 50% мас., или 60% мас., или 70% мас., или 80% мас., 35 или 90% мас. в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

В одном варианте осуществления наполнитель содержит от 50% мас. или 60% мас., или 70% мас., или 80% мас., или 90% мас., или 95% мас., или 96% мас., или 97% мас., или 98% мас. до 99% мас., или 99,1% мас., или 99,2% мас., или 99,3% мас., или 99,4% мас., 40 или 99,5% мас., или 99,6% мас., или 99,7% мас., или 99,8% мас., или 99,9% мас., или менее 100% мас., или 100% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя.

В варианте осуществления слой изоляции или оболочки содержит диоксид кремния в качестве единственного наполнителя. Кремнезем является единственным наполнителем, исключая другие наполнители.

В одном варианте осуществления силиконсодержащий полимер присутствует в количестве от более 2% мас., или 3% мас., или 4% мас., или 4,25% мас., или 4,5% мас., 45 или 4,75% мас. до 5% мас. или 5,5% мас., или 6% мас., или 7% мас., или 8% мас., или 9% мас., или 10% мас., или 15% мас., или 20% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

В одном варианте осуществления катализатор конденсации силанола присутствует в количестве от 0,00% мас., или 0,001% мас., или 0,002% мас., или 0,005% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,05% мас., или 0,08% мас., или 0,1% мас., или 0,15% мас., или 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас., или 0,6% мас., или 0,8% мас., или 1,0% мас. до 1,5% мас., или 2% мас., или 4% мас., или 5% мас., или 6% мас., или 8% мас., или 10% мас., или 15% мас., или 20% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

В одном варианте осуществления деактиватор металла присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05 мас.%, или 0,1% мас., или 0,5% мас., или 1% мас., или 2% мас., или 3% мас. до 5% мас., или 6% мас., или 7% мас., или 8% мас., или 9% мас., или 10% мас. в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

В варианте осуществления поглотитель влаги присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05 мас., или 0,1% мас., или от 0,2% мас. до 0,3% мас., или до 0,5% мас., или до 0,75% мас., или до 1,0% мас., или до 1,5% мас., или до 2,0% мас., или до 3,0% мас.% в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

В одном варианте осуществления антиоксидант присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05% мас., или 0,06% мас., или 0,07% мас., или 0,08% мас., или 0,09% мас., или 0,1% мас. до 0,12% мас., или 0,14% мас., или 0,16% мас., или 0,18% мас., или 0,2% мас., или 0,25% мас., или 0,3% мас., или 0,5% мас., или 1% мас., или 2% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки.

В варианте осуществления одна или несколько добавок, например, антиблокирующих агентов, стабилизирующих агентов, красителей, УФ-поглотителей или стабилизаторов, других антипиренов, совместителей, наполнителей и технологических добавок, присутствует в количестве от 0% мас. или более 0% мас., или 0,01% мас., или 0,1% мас. до 1% мас., или 2% мас., или 3% мас., или 5% мас., или 10% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или слоя оболочки.

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки включает диоксид кремния в качестве единственного наполнителя (диоксид кремния присутствует при исключении всех других наполнителей), а слой изоляции или оболочки не содержит металлов. Безметалловый слой изоляции или оболочки содержит от 0% мас. или более 0% мас., или от 0,05% мас., или от 0,1% мас. до 0,15% мас., или от 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас. металлов в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки. Используемый в данном документе термин «металлы» включает в себя все элементы, перечисленные в качестве металлов в Периодической таблице элементов, включая Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, OsIr, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, Fr, Ra, Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg и Cn, а также лантаноиды и актиноиды.

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки имеет толщину от 5 мил, или от 10 мил, или от 15 мил, или 20 мил, до 25 мил, или от 30 мил, или от 35 мил, или 40 мил, или 50 мил, или 75 мил, или 100 мил.

В варианте осуществления слой изоляции или оболочки проходит испытание на горизонтальное горение, как определено в Horizontal Flame UL 2556. Чтобы пройти испытание на горизонтальное горение, слой изоляции или оболочки должен иметь общее обугливание менее 100 мм. В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки имеет общее значение обугливания при испытании на горизонтальное горение

от 20 мм, или 25 мм, или 30 мм до 50 мм, или 55 мм, или 60 мм, или 70 мм, или 75 мм, или 80 мм или 90 мм или менее 100 мм.

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки имеет коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25 до 1,30, или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55, или 1,60, или 1,70.

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки имеет коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25 до 1,30, или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55, или 1,60, или 1,70 и проходит испытание на горизонтальное горение.

Слой изоляции или оболочки 1. В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки содержит: (А) от 40% мас., или 45% мас., или 47% мас., или от 50% мас. до 52% мас., или 55% мас. или 60% мас. в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки из силан-привитого полиэтилена; (В) от 40% мас., или 42% мас., или от 45% мас., до 50% мас., или 52% мас., или 55% мас., или 60% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки, из наполнителя, содержащего более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя; (С) от 4,75% мас., или 4,8% мас., или 4,9% мас., или от 5% мас. до 5,1% мас., или от 5,2% мас., или 5,3% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки из силиконсодержащего полимера; и (D) от 0,00% мас., или 0,001% мас., или 0,002% мас., или 0,005% мас., или до 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,05% мас., или 0,08% мас., или 0,1% мас., или 0,15% мас., или 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас., или 0,6% мас., или 0,8% мас., или от 1,0% мас. до 1,5% мас., или 2% мас., или 4% мас., или 5% мас., или 6% мас., или 8% мас., или 10% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки катализатора силанольной конденсации.

Слой изоляции или оболочки 2. В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки содержит (А) от 40% мас. или 45% мас., или 47% мас., или 50% мас., до 52% мас., или 55% мас., или 60% мас. в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки силан-привитого полиэтилена; (В) от 40% мас., или 42% мас., или от 45% мас. до 50% мас., или от 52% мас., или 55% мас., или 60% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки, из кремнеземистого наполнителя, где кремнеземистый наполнитель является единственным наполнителем, за исключением других наполнителей; и (С) от 4,75% мас., или 4,8% мас., или 4,9% мас., или 5% мас. до 5,1% мас., или 5,2% мас., или 5,3% мас. в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки, из силиконсодержащего полимера; и от 0,00% мас., или 0,001% мас., или 0,002% мас., или 0,005% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,05% мас., или 0,08% мас., или 0,1% мас., или 0,15 мас. или 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас., или 0,6% мас., или 0,8% мас., или 1,0% мас. до 1,5% мас., или 2% мас., или 4% мас., или 5% мас., или 6% мас., или 8% мас., или 10% мас., в пересчете на общую массу слоя изоляции или оболочки катализатора силанольной конденсации.

В одном варианте осуществления слой изоляции соответствует Слою изоляции или оболочки 1 или Слою изоляции или оболочки 2, имеющему одно, несколько или все из следующих свойств:

- (i) не содержит металлов; и/или
- (ii) коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от больше чем или равного 1,10 Ом, или 1,15 Ом, или 1,20 Ом, или 1,25 Ом до 1,30 Ом, или 1,35 Ом, или 1,40 Ом, или 1,45 Ом, или 1,50 Ом, или 1,55 Ом; и/или
- (iii) проходит испытание на горизонтальное горение.

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки имеет по меньшей

мере 2 или все 3 свойства (i)-(iii).

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки соответствует Слою изоляции или оболочки 1 или Слою изоляции или оболочки 2, где силиконсодержащий полимер представляет собой реакционноспособный линейный полисилоксан, и где слой

5 изоляции или оболочки имеет одно, некоторые или все из следующих свойств:

не содержит металлов; и/или

коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от больше чем или равного 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25, до 1,30, или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55; и/или проходит испытание на горизонтальное горение.

10 В варианте осуществления слой изоляции или оболочки имеет по меньшей мере 2 или все 3 свойства (i)-(iii).

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки соответствует Слою изоляции или оболочки 1 или Слою изоляции или оболочки 2, где силиконсодержащий полимер представляет собой нереакционноспособный линейный полисилоксан, и где

15 слой изоляции или оболочки имеет одно, некоторые или все из следующих свойств:

не содержит металлов; и/или

коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от больше чем или равного 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25, до 1,30, или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55; и/или

20 проходит испытание на горизонтальное горение.

В варианте осуществления слой изоляции или оболочки имеет по меньшей мере 2 или все 3 свойства (i)-(iii).

В одном варианте осуществления слой изоляции или оболочки соответствует Слою изоляции или оболочки 1 или Слою изоляции или оболочки 2, где силиконсодержащий

25 полимер представляет собой нереакционноспособный разветвленный полисилоксан, и где слой изоляции или оболочки имеет одно, некоторые или все из следующих свойств:

не содержит металлов; и/или

коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии больше или равно 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25, или 1,30, или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55; и/или

30 проходит испытание на горизонтальное горение.

В варианте осуществления слой изоляции или оболочки имеет по меньшей мере 2 или все 3 свойства (i)-(iii).

Хотя диоксид кремния не разлагается при повышенных температурах с выделением газа, неожиданно было обнаружено, что слой изоляции или оболочки проходит

35 испытание на горизонтальное горение. Не связывая себя какой-либо конкретной теорией, считается, что кремнезем и силиконсодержащий полимер проявляют неожиданную синергию. Силиконсодержащий полимер разлагается при повышенных температурах с образованием неорганического полукокса, который связывает частицы кремнезема. Кроме того, неожиданно было обнаружено, что слой изоляции или оболочки имеет

40 улучшенное сопротивление изоляции во влажном состоянии. Не ограничиваясь какой-либо конкретной теорией, полагают, что поверхность частиц диоксида кремния взаимодействует с силан-функционализированным полиолефином, что приводит к лучшему распределению частиц диоксида кремния, являющихся более дискретными и лучше диспергированными в матрице силан-функционализованного полиолефина.

45 Когда частицы диоксида кремния находятся в контакте друг с другом, существует вероятность того, что вода пробьет границу раздела диоксида кремния. Однако, когда частицы не контактируют друг с другом, воде труднее проникнуть через границу раздела.

Слой изоляции или оболочки может содержать два или более раскрытых в данном документе вариантов осуществления.

Проводник с покрытием

В одном варианте осуществления данное раскрытие обеспечивает проводник с покрытием, содержащий покрытие на проводнике, причем покрытие содержит (А) сшитый силан-функционализированный полиолефин, (В) наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния, в пересчете на общую массу наполнителя, (С) силиконсодержащий полимер и (D) от 0,00% мас. до 20% мас. в пересчете на общую массу покрытия катализатора силанольной конденсации.

Способ изготовления проводника с покрытием включает нагревание сшиваемой композиции по меньшей мере до температуры плавления силан-функционализированного полиолефина и затем экструдирование расплава полимера на проводник. Термин «на» включает прямой контакт или косвенный контакт между расплавленной смесью и проводником. Расплавленная смесь находится в экструдированном состоянии.

Покрытие представляет собой сшитое покрытие. В одном варианте сшивание начинается в экструдере, но только в минимальной степени. В другом варианте сшивание задерживается до тех пор, пока композиция не отверждается под воздействием влаги («отверждение влагой»).

В одном варианте осуществления влага представляет собой воду. В одном варианте осуществления отверждение влагой проводится путем воздействия на проводник с покрытием воды в виде влаги (например, воды в газообразном состоянии) или погружения слоя изоляции или оболочки или проводник с покрытием в водяную баню. Относительная влажность может достигать 100%.

В одном варианте осуществления отверждение влагой происходит при температуре от комнатной температуры (условия окружающей среды) до 100°C в течение периода времени от 1 часа, или 4 часов, или 12 часов, или 24 часов, или 2 дней, или 3 дня, или 5 дней до 6 дней, или 8 дней, или 10 дней, или 12 дней, или 14 дней, или 28 дней, или 60 дней.

В одном варианте осуществления силан-функционализированный полиолефин присутствует в количестве от 10% мас. или 20% мас., или 30% мас., или 40% мас., или 50% мас., до 60% мас., или 80% мас. или 90% мас., или 95% мас. в пересчете на общую массу покрытия.

В одном варианте осуществления наполнитель содержит более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя и присутствует в количестве от 10% мас. или 20% мас., или 40% мас. до 50% мас., или 60% мас., или 70% мас., или 80% мас., или 90% мас., в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.

В одном варианте осуществления наполнитель содержит от 50% мас., или 60% мас., или 70% мас., или 80% мас., или 90% мас., или 95% мас., или 96% мас., или 97% мас., или 98% мас., до 99% мас., или 99,1% мас., или 99,2% мас., или 99,3% мас., или 99,4% мас., или 99,5% мас., или 99,6% мас., или 99,7% мас., или 99,8% мас., или 99,9% мас., или менее 100% мас., или 100% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя.

В одном варианте осуществления покрытие содержит диоксид кремния в качестве единственного наполнителя. Диоксид кремния является единственным наполнителем, исключая другие наполнители.

В одном варианте осуществления силиконсодержащий полимер присутствует в количестве от более 2% мас., или 3% мас., или 4% мас., или 4,25% мас., или 4,5% мас., или 4,75% мас. до 5% мас. или 5,5% мас., или 6% мас., или 7% мас., или 8% мас., или 9%

мас., или 10% мас., или 15% мас., или 20% мас. в пересчете на общую массу покрытия.

В одном варианте осуществления катализатор силанольной конденсации присутствует в количестве от 0,00% мас., или 0,001% мас., или 0,002% мас., или 0,005% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,05% мас. или 0,08% мас., или 0,1% мас., или 0,15% мас., или 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас., или 0,6% мас., или 0,8% мас., или 1,0% мас. до 1,5% мас., или 2% мас., или 4% мас., или 5% мас., или 6% мас., или 8% мас., или 10% мас., или 15% мас., или 20% мас., в пересчете на общую массу покрытия.

В одном варианте осуществления, деактиватор металла присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05 мас.%, или 0,1% мас., или 0,5% мас., или 1% мас., или 2% мас., или 3% мас. до 5% мас., или 6% мас., или 7% мас., или 8% мас., или 9% мас. или 10% мас. в пересчете на общую массу покрытия.

В варианте осуществления поглотитель влаги присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05% мас., или 0,1% мас., или 0,2% мас. до 0,3% мас., или до 0,5% мас., или до 0,75% мас., или до 1,0% мас., или до 1,5% мас., или до 2,0% мас., или до 3,0% мас. в пересчете на общую массу покрытия.

В одном варианте осуществления антиоксидант присутствует в количестве от 0% мас., или больше, чем 0% мас., или 0,01% мас., или 0,02% мас., или 0,03% мас., или 0,04% мас., или 0,05% мас. или 0,06% мас., или 0,07% мас., или 0,08% мас., или 0,09% мас., или 0,1% мас. до 0,12% мас., или 0,14% мас., или 0,16% мас., или 0,18% мас., или 0,2% мас., или 0,25% мас., или 0,3% мас., или 0,5% мас., или 1,0% мас., или 2,0% мас. в пересчете на общую массу покрытия.

В одном варианте осуществления одна или более добавок, например, антиблокирующих агентов, стабилизирующих агентов, красителей, УФ-поглотителей или стабилизаторов, антипиренов, совместителей, наполнителей и технологических добавок, присутствует в количестве от 0% мас., или более 0% мас., или 0,01% мас., или 0,1% мас. до 1% мас., или 2% мас., или 3% мас. в пересчете на общую массу покрытия.

В одном варианте осуществления покрытие не содержит металла. Используемый в данном документе термин «не содержит металл» означает содержащие от 0% мас. или более чем 0% мас. или 0,05% мас. или 0,1% мас. до 0,15% мас., или 0,2% мас., или 0,3% мас., или 0,4% мас., или 0,5% мас. металлов в пересчете на общую массу покрытия.

Используемый в данном документе термин «металлы» включает все элементы, перечисленные в качестве металлов в Периодической таблице элементов, включая Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Cs, Ba, La, Hf, Ta, W, Re, OsIr, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, Fr, Ra, Ac, Rf, Db, Sg, Bh, Hs, Mt, Ds, Rg и Cn, а также лантаноиды и актиниды.

Покрытие может представлять собой один или несколько внутренних слоев. Покрытие может полностью или частично покрывать или иным образом окружать или закрывать проводник. Покрытие может быть единственным компонентом, окружающим проводник. В качестве альтернативы, покрытие может представлять собой один слой многослойной оболочки или оболочки, заключающей в себе проводник. В варианте осуществления покрытие непосредственно контактирует с проводником. В другом варианте осуществления покрытие непосредственно контактирует с промежуточным слоем, окружающим проводник.

В одном варианте осуществления покрытие имеет толщину от 5 мил, или от 10 мил, или от 15 мил, или от 20 мил до 25 мил, или 30 мил, или 35 мил, или 40 мил, или 50 мил., или 75 мил, или 100 мил.

В варианте осуществления проводник с покрытием имеет коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии, больше или равный 1,00, или больше, чем 1,10, или больше, чем 1,20.

5 В варианте осуществления проводник с покрытием имеет коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от больше или равный 1,00, или 1,05, или 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25 до 1,30, или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55, или 1,60, или 1,70.

10 В варианте осуществления проводник с покрытием проходит испытание на горизонтальное горение. Чтобы пройти испытание на горизонтальное горение, покрытие должно иметь суммарную зону обугливания менее 100 мм. В одном варианте осуществления проводник с покрытием имеет суммарную зону обугливания при испытании на горизонтальное горение от 0 мм, или 5 мм, или 10 мм до 50 мм или 55 мм, или 60 мм, или 70 мм, или 75 мм, или 80 мм, или 90 мм или менее 100 мм.

15 В одном варианте осуществления покрытие на проводнике с покрытием соответствует Слою изоляции или оболочки 1 или Слою изоляции или оболочки 2, причем проводник с покрытием имеет одно, несколько или все из следующих свойств:

покрытие не содержит металла; и/или

20 коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от больше или равный 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25 до 1,30 или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55; и/или

проводник с покрытием проходит испытание на горизонтальное горение.

В варианте осуществления проводник с покрытием имеет по меньшей мере 2 или все 3 свойства (i) - (iii).

25 В одном варианте осуществления покрытие на проводнике с покрытием соответствует Слою изоляции или оболочки 1 или Слою изоляции или оболочки 2, причем силиконсодержащий полимер представляет собой реакционноспособный линейный полисилоксан, а проводник с покрытием имеет одно, несколько или все из следующих свойств:

покрытие не содержит металла; и/или

30 коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от больше или равный 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25 до 1,30 или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55; и/или

проводник с покрытием проходит испытание на горизонтальное горение.

35 В варианте осуществления проводник с покрытием имеет по меньшей мере 2 или все 3 свойства (i) - (iii).

40 В одном варианте осуществления покрытие на проводнике с покрытием соответствует Слою изоляции или оболочки 1 или Слою изоляции или оболочки 2, причем силиконсодержащий полимер представляет собой нереакционноспособный линейный полисилоксан, а проводник с покрытием имеет одно, несколько, или все из следующих свойств:

покрытие не содержит металла; и/или

45 коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от больше или равный 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25 до 1,30 или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55; и/или

проводник с покрытием проходит испытание на горизонтальное горение.

В варианте осуществления проводник с покрытием имеет по меньшей мере 2 или все 3 свойства (i) - (iii).

В одном варианте осуществления покрытие на проводнике с покрытием соответствует

Слою изоляции или оболочки 1 или Слою изоляции или оболочки 2, причем силиконсодержащий полимер представляет собой нереакционноспособный разветвленный полисилоксан, а проводник с покрытием имеет одно, несколько, или все из следующих свойств:

- 5 покрытие не содержит металла; и/или
 коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от больше или равный 1,10, или 1,15, или 1,20, или 1,25 до 1,30 или 1,35, или 1,40, или 1,45, или 1,50, или 1,55; и/или
 проводник с покрытием проходит испытание на горизонтальное горение.

10 В варианте осуществления проводник с покрытием имеет по меньшей мере 2 или все 3 свойства (i) - (iii).

В варианте осуществления покрытие представляет собой слой оболочки. В варианте осуществления слой оболочки представляет собой слой изоляции.

15 Проводник с покрытием может содержать два или более раскрытых в данном документе вариантов осуществления.

Некоторые варианты осуществления данного раскрытия теперь будут подробно описаны в следующих примерах.

Примеры

Материалы

20 ENGAGE 8402 представляет собой этилен-октеновый сополимер, имеющий плотность 0,902 г/см³ и МИ 30 г/10 мин.

VTMS представляет собой винилтриметоксисилан, имеющий плотность 0,968 г/мл при 25°C и температуру кипения 123°C.

25 Luperox 101 представляет собой инициатор прививки 2,5-бис(трет-бутилперокси)-2,5-диметилгексан.

Наполнитель 1 представляет собой Min-U-Sil 5, кристаллический кремнеземный наполнитель, имеющий D90 5 микрон и чистоту 99,4%.

Наполнитель 2 представляет собой Huber Zerogen 100SV, наполнитель из гидроксида магния поверхностно обработанного, со средним размером частиц 0,8 мкм.

30 Наполнитель 3 представляет собой Kisuma 5J, наполнитель из гидроксида магния поверхностно обработанного, со средним размером частиц 0,8-1,2 мкм.

Наполнитель 4 представляет собой Huber Q1, наполнитель из карбоната кальция без обработки поверхности со средним размером частиц 1,1 мкм.

35 Наполнитель 5 представляет собой Huber Q1T, наполнитель из карбоната кальция, поверхностно обработанного со средним размером частиц 1,1 мкм.

Наполнитель 6 представляет собой OMYACARB® 10, карбонат кальция без обработки поверхности со средним размером частиц 12 мкм.

АО представляет собой Irganox 1010 (антиоксидант).

40 Силиконсодержащий полимер 1 (SCP1) представляет собой XIAMETER® PMX-200 (1М сСт), нереакционноспособный линейный полидиметилсилоксан (диметилсилоксан, триметилсилокси-концевой) с удельным весом 0,978 при 25°C и кинематической вязкостью. 1000000 сСт.

45 SCP2 представляет собой XIAMETER® PMX-200 (60ксСт), нереакционноспособный линейный полидиметилсилоксан (диметилсилоксан, триметилсилокси-концевой) с удельным весом 0,978 при 25°C и кинематической вязкостью 60000 сСт.

SCP3 представляет собой XIAMETER(R)ОНХ-4000, реакционноспособный линейный полидиметилсилоксан с концевыми силанольными группами (диметилсилоксан, гидрокси-концевой), имеющий плотность 0,972 г/см³ и динамическую вязкость 2000

мПа с.

Деактиватор металла (MD) представляет собой оксалилбис (бензилиден) гидроксид.

Поглотитель влаги (MS) представляет собой гексадецилтриметоксисилан.

ENGAGE 8450 представляет собой этилен/октеновый сополимер, имеющий плотность

5 0,902 г/см³ и MI 3,0 г/10 мин.

DFH-2065 представляет собой линейный полиэтилен низкой плотности, имеющий индекс расплава 0,65 г/10 минут и плотность 0,920 г/см³, доступный от DowChemicalCompany

10 DFDA-1216 NT представляет собой полиэтилен низкой плотности (LDPE) с плотностью 0,92 г/см³ и индексом расплава 2,3 г/10 мин, доступный от DowChemicalCompany

Дилаурат дибутилолова представляет собой катализатор силанольной конденсации.

1,2-бис(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксигидроциннамоил)гидразин представляет собой антиоксидант.

15 Тетракис(метилден(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксигидроциннамоил)метан представляет собой стабилизатор.

Подготовка образцов

Силан-привитый полиэтилен получают путем реактивной экструзии через двухшнековый экструдер. Взвешивают и смешивают 1,8% мас. в пересчете на общую массу базовой смолы (ENGAGE 8402) винилтриметоксисилана (VTMS) и 900 ч/млн в пересчете на общую массу базовой смолы (ENGAGE 8402) Luperox 101, после чего около от 10 до 15 минут смесь перемешивают на магнитной мешалке до получения однородной жидкой смеси. Смесь помещается на весы и подключается к насосу впрыска жидкости. ENGAGE 8402 подается в главный фидер экструдера ZSK-30. Температурный профиль

25 ствола ZSK-30 устанавливается следующим образом:

2-3 - 160°C

4-5 - 195°C

6-7 - 225°C

8-9 - 225°C

30 с температурой гранулированной воды как можно ближе к 10°C (50°F) и температурой охлаждающей воды как можно ближе к 4°C (40°C).

Количество VTMS, привитых к полиэтилену, определяют с помощью инфракрасной спектроскопии. Спектры измеряются прибором Nicolet 6700 FTIR. Абсолютное значение измеряется в режиме FTIR без помех от загрязнения поверхности. Определено

35 соотношение оптической плотности при 1192 см⁻¹ и 2019 см⁻¹ (внутренняя толщина).

Соотношение высот пиков 1192/2019 сравнивается со стандартами с известными уровнями VTMS в DFDA-5451 (доступном как SI-LINK 5451 от DowChemicalCompany).

Результаты показывают, что содержание привитой VTMS в силан-привитом полиэтилене (Si-g-PE) составляет около 1,7% мас. в пересчете на общую массу полимера.

40 Si-g-PE добавляют в Brabender при температуре около 140°C, и кремниевый наполнитель, силиконсодержащий полимер, дезактиватор металла, поглотитель влаги и антиоксидант Irganox 1010 добавляют в чашу после того, как Si-g-PE расплавится в количествах, указанных в таблицах 1 и 3 ниже. Смесь перемешивают около 5 минут.

45 Затем смесь гранулируют на мелкие кусочки для экструзии проволоки. На стадии экструзии катализатор силанольной конденсации в виде маточной смеси, как указано в приведенной ниже таблице 2, добавляют с гранулированной смесью для экструзии на провод, медный провод диаметром 0,064. Толщина стенки составляет около 30 мил, а температура экструзии составляет от 140°C до температуры головки 165°C.

Концентрация катализатора силанольной конденсации в общей композиции находится в диапазоне от 0,01% мас. до 0,5% мас.

Экструдированные провода отверждают в водяной бане при 90°C в течение ночи, и отвержденные провода разрезают на сегменты длиной 15 футов (4,572 метра).

5 Регистрируют сопротивление изоляции во влажном состоянии сегментов длиной 10 футов, которые погружены в воду, и, если применимо, фиксируют коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии.

Испытание на горизонтальное горение применяют к экструдированным проводам в соответствии с UL-2556. Горелку устанавливают под углом 20° относительно

10 горизонтали образца (медная проволока 14 AWG с толщиной стенки 30 мил).

Однократное пламя применяется к середине образца в течение 30 секунд. Образец не проходит испытание, когда оболочка воспламеняется (сообщается в секундах) или длина зоны обугливания образцов превышает 100 мм. Горелка установлена под углом 20° к горизонтали образца. Результат считается отрицательным, когда оболочка

15 воспламеняется или зона обугливания превышает 100 мм (UL 1581, 1100.4).

20

25

30

35

40

45

5
10
15
20
25
30
35
40
45

Таблица 1: Сравнительные примеры и примеры изобретения

Компонент (% мас.)	CS1	IE1	CS2	IE2	CS3	IE3	IE4	IE5	CS4	CS5	CS6	CS7	CS8	CS9	CS10	CS11
Кремнеземный наполнитель	SI-g-PE	48.60	49.11	49.11	50.90	52.96	43.56	47.83	50.39	50.39	50.39	50.39	50.39	46.28	46.28	50.76
	Наполнитель 1	46.04	49.11	45.02	45.25	41.14	49.49	45.35								
Наполнитель от кремнезема	Наполнитель 2								49.36							
	Наполнитель 3									49.36						44.00
	Наполнитель 4										49.36			49.36		
	Наполнитель 5											49.36				
	Наполнитель 6												49.36			
	АО	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
Силиконодержажий полимер	SCR1	0.00	0.00	5.11	5.11									4.11	4.11	5.00
	SCR2				3.09	5.14	5.16									
	SCR3							5.15								
Всего доэкструзии	MD	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	MS	0.00	0.00	1.53	0.51	0.51	0.51	0.39								
Всего послеэкструзии	MB (Таблица 2)	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00	+3.00
		103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00	103.00
Коэффициент сопротивления мокрой изоляции	Горение (длина зоны обугливания, мм)	1.07	1.52	1.00	1.23	Не тест	Не тест	Не тест	0.16	0.70	неудача *	0.96				
		Провал (>100)	Успешно (<50)	Провал (>100)	Успешно (83)	Не тест	Успешно (86)	Успешно (59)	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест
		Провал (>100)	Успешно (<50)	Провал (>100)	Успешно (83)	Не тест	Успешно (86)	Успешно (59)	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест	Не тест

CS = образцы сравнения
 IE = примеры по изобретению
 * провал = до 10-12 недель, среднее сопротивление при измерении было ниже 1000 МОм, а затухание в течение последующих недель превышало 4%

Таблица 2. Катализаторный мастербатч

	ENGAGE 8450	80,00% мас.
	DFH-2065 LLDPE	17,14%мас.
	DFDA-1216 NT	1,34% мас.
	1,2-бис(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксигидроциннаоил)гидразин	0,33% мас.
5	тетракис(метилен(3,5-ди-трет-бутил-4-гидроксигидроциннамат) метан	0,67% мас.
	Дилаурат дибутилолова	0,52% мас.
	Всего:	100,00% мас.

Примеры 1-2 по изобретению показывают огнестойкость (то есть каждый проходит испытание на горизонтальное горение), и каждый из них также имеет коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии, превышающий 1,10 Ом. Для сравнения, Сравнительные образцы 1 и 2, которые содержат кремнеземистый наполнитель без полимера на основе силикона, имеют коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии более 1,00 Ом, но не проходят испытание на горизонтальное горение. Сравнительные образцы 3 содержат менее 5% мас. полимера на основе силикона и не проходят испытание на горизонтальное горение. Сравнительные образцы 4-11 содержат наполнитель, отличный от кремнезема, и имеют коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии менее 1,10 Ом.

Говоря конкретнее, подразумевается, что данное раскрытие не ограничивается вариантами осуществления и иллюстрациями, содержащимися в данном документе, но включает в себя модифицированные формы этих вариантов осуществления, включая части вариантов осуществления и комбинации элементов различных вариантов осуществления, которые входят в объем следующей формулы изобретения.

(57) Формула изобретения

1. Сшиваемая композиция, содержащая:
 - (А) силан-функционализированный полиолефин;
 - (В) наполнитель, содержащий более 50% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя, причем диоксид кремния имеет средний размер частиц (D50) от 0,01 до 50 мкм;
 - (С) силиконсодержащий полимер, выбранный из группы, состоящей из реакционноспособного линейного силиконсодержащего полимера, нереакционноспособных линейных силиконсодержащих полимеров и нереакционноспособного разветвленного силиконсодержащего полимера; и
 - (D) от 0,00% мас. до 20% мас. катализатора силанольной конденсации в пересчете на общую массу сшиваемой композиции.
2. Слой оболочки для проводника с покрытием, содержащий сшиваемую композицию по п. 1.
3. Слой оболочки по п. 2, отличающийся тем, что сшитый силан-функционализированный полиолефин представляет собой силан-привитой полимер на основе этилена.
4. Слой оболочки по п. 3, отличающийся тем, что наполнитель содержит от более 90% мас. до 100% мас. диоксида кремния в пересчете на общую массу наполнителя.
5. Слой оболочки по п. 4, отличающийся тем, что наполнитель состоит исключительно из диоксида кремния.
6. Слой оболочки по п. 2, отличающийся тем, что силиконсодержащий полимер выбран из группы, состоящей из реакционноспособного линейного полисилоксана и нереакционноспособного линейного полисилоксана.
7. Слой оболочки по п. 2, содержащий в пересчете на общую массу слоя оболочки:

(А) от 20% мас. до 80% мас. сшитого силан-функционализованного полиолефина, причем сшитый силан-привитой полиолефин представляет собой сшитый силан-привитой полиэтилен;

(В) от 20% мас. до 80% мас. наполнителя и

5 (С) от 4% мас. до 20% мас. силиконсодержащего полимера.

8. Слой оболочки по п. 2, отличающийся тем, что наполнитель содержит от 0% мас. до 0,5% мас. металлов в пересчете на общую массу наполнителя.

9. Слой оболочки по п. 2, содержащий от более чем 2% мас. до 20% мас. силиконсодержащего полимера в пересчете на общую массу слоя оболочки, причем
10 слой оболочки имеет коэффициент сопротивления изоляции во влажном состоянии от 1,10 до 1,70.

10. Слой оболочки по п. 9, отличающийся тем, что слой оболочки содержит от 4% мас. до 20% мас. силиконсодержащего полимера в пересчете на общую массу слоя оболочки и слой оболочки проходит испытание на горизонтальное горение.

15

20

25

30

35

40

45