

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202293321** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2023.02.28**

(22) Дата подачи заявки  
**2021.05.20**

(51) Int. Cl. **H02G 15/06** (2006.01)  
**H02G 7/05** (2006.01)  
**H01R 13/627** (2006.01)  
**H01R 11/12** (2006.01)  
**H01B 7/18** (2006.01)

**(54) УСТРОЙСТВО ОКОНЦЕВАНИЯ ДЛЯ ПОДВЕСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ, ВКЛЮЧАЮЩЕГО ОБОЛОЧКУ ДЕФОРМАЦИИ РАСТЯЖЕНИЯ**

(31) **62/704,516**

(32) **2020.05.14**

(33) **US**

(86) **PCT/US2021/033499**

(87) **WO 2021/232027 2021.11.18**

(71) Заявитель:

**СиТиСи ГЛОБАЛ КОРПОРЕЙШН  
(US)**

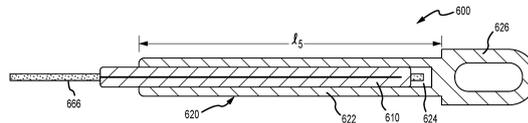
(72) Изобретатель:

**Уэбб Уилльям, Вонг Кристофер (US)**

(74) Представитель:

**Медведев В.Н. (RU)**

(57) Устройство оконцевания для прикрепления подвесного электрического кабеля и способ прикрепления подвесного электрического кабеля. Устройство оконцевания включает проходящую в продольном направлении оболочку, имеющую высокий модуль упругости на растяжение, которая выполнена с возможностью вмещать в себя усиливающий элемент подвесного электрического кабеля. Когда корпус соединителя обжат поверх усиливающего элемента, оболочка существенно уменьшает напряжение при растяжении, испытываемое усиливающим элементом, и снижает риск разрушения усиливающего элемента.



**202293321**

**A1**

**A1**

**202293321**

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-576846EA/081

### УСТРОЙСТВО ОКОНЦЕВАНИЯ ДЛЯ ПОДВЕСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ, ВКЛЮЧАЮЩЕГО ОБОЛОЧКУ ДЕФОРМАЦИИ РАСТЯЖЕНИЯ

#### Перекрестная ссылка на родственные заявки

[0001] Эта заявка испрашивает преимущество приоритета предварительной заявки на патент США № 62/704516 Веба и др. (Webb et al.), поданной 14 мая 2020 г., которая включена сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

#### Область техники

[0002] Это раскрытие относится к области устройств оконцевания, включая оконечники и кабельные муфты, для применения с подвесными электрическими кабелями, имеющими композитные усиливающие элементы (элементы прочности).

#### Сущность изобретения

[0003] В одном варианте осуществления раскрыто устройство оконцевания. Устройство оконцевания выполнено с возможностью прикрепления подвесного электрического кабеля (кабеля для воздушных линий электропередач), содержащего усиливающий элемент и электрический проводник, расположенный вокруг усиливающего элемента. Устройство оконцевания включает в себя: соединитель, содержащий крепежную деталь, расположенную на первом конце соединителя, и корпус соединителя, проходящий от крепежной детали к концу соединителя, который лежит напротив крепежной детали; проходящую в продольном направлении оболочку, имеющую проходящий через нее центральный канал, которая выполнена с возможностью вмещать усиливающий элемент внутри центрального канала; и проводящую втулку, выполненную с возможностью размещаться поверх: (i) конца электрического кабеля, (ii) оболочки и (iii) по меньшей мере части корпуса соединителя, когда устройство оконцевания функционально собрано.

[0004] В другом варианте осуществления раскрыто устройство оконцевания, которое прикреплено к подвесному электрическому кабелю, содержащему усиливающий элемент и электрический проводник, расположенный вокруг усиливающего элемента. Устройство оконцевания включает в себя: соединитель, содержащий крепежную деталь, расположенную на первом конце соединителя, и корпус соединителя, проходящий от крепежной детали к концу соединителя, который лежит напротив крепежной детали; проходящую в продольном направлении оболочку, имеющую проходящий через нее центральный канал, которая функционально размещена поверх и прижата к части усиливающего элемента для функционального захвата усиливающего элемента; и проводящую втулку, которая размещена поверх (i) конца электрического кабеля, (ii) оболочки и (iii) по меньшей мере части корпуса соединителя. Оболочка функционально прикреплена к корпусу соединителя одним из способов: (i) будучи размещенной внутри камеры в корпусе соединителя и с обжатым на оболочке корпусом соединителя, или (ii) будучи размещенной внутри проводящей втулки и имеющей проводящую втулку,

обжатую на оболочке.

[0005] В другом варианте осуществления раскрыт способ оконцевания подвесного электрического кабеля, включающего усиливающий элемент и электрический проводник, расположенный вокруг усиливающего элемента. Способ включает этапы, включающие стадии: удаления электрического проводника с оконечника электрического кабеля, чтобы обнажить концевую часть усиливающего элемента; размещения обнаженной концевой части усиливающего элемента через центральный канал, расположенный внутри проходящей в продольном направлении оболочки; функционального прикрепления оболочки к соединителю, причем соединитель содержит крепежную деталь, расположенную на первом конце соединителя, и корпус соединителя, проходящий от крепежной детали к концу соединителя, который лежит напротив крепежной детали, при этом прикрепление содержит одно из (i) размещения оболочки внутри камеры в корпусе соединителя и обжатия корпуса соединителя на стальной оболочке или (ii) размещения оболочки в кабелепроводе (кабельном канале) проводящей втулки и обжатия проводящей втулки на оболочке.

### **Описание чертежей**

[0006] ФИГ. 1А и 1В иллюстрируют два примера подвесного электрического кабеля, имеющего композитный усиливающий элемент, в соответствии с предшествующим уровнем техники.

[0007] ФИГ. 2 иллюстрирует частичный разрез устройства оконцевания для подвесного электрического кабеля, имеющего композитный усиливающий элемент, в соответствии с предшествующим уровнем техники.

[0008] ФИГ. 3 иллюстрирует вид в перспективе устройства оконцевания для подвесного электрического кабеля, имеющего композитный усиливающий элемент, в соответствии с предшествующим уровнем техники.

[0009] ФИГ. 4А и 4В иллюстрируют частичный разрез устройства оконцевания для подвесного электрического кабеля, имеющего композитный усиливающий элемент, в соответствии с предшествующим уровнем техники.

[0010] ФИГ. 5А и 5В иллюстрируют вариант осуществления устройства оконцевания в соответствии с настоящим раскрытием.

[0011] ФИГ. 6А и 6В иллюстрируют вариант осуществления устройства оконцевания в соответствии с настоящим раскрытием.

[0012] ФИГ. 7А-7Е иллюстрируют вариант осуществления стальной оболочки в соответствии с настоящим раскрытием.

[0013] ФИГ. 8А-8Д иллюстрируют вариант осуществления устройства оконцевания в соответствии с настоящим раскрытием.

[0014] ФИГ. 9А-9Д иллюстрируют вариант осуществления устройства оконцевания в соответствии с настоящим раскрытием.

[0015] ФИГ. 10 схематично показывает способ измерения деформации, приложенной к композитному усиливающему элементу при обжатии.

### **Описание вариантов осуществления**

[0016] Подвесные электрические линии передачи и распределения сооружают путем подъема электрических кабелей (например, оголенных, неизолированных электрических кабелей) над землей с использованием опорных вышек (например, опор линий электропередач). Линии передачи и распределения могут простираться на многие мили, что требует чрезвычайно длинных электрических кабелей и много опорных вышек. Некоторые из опорных вышек называются оконечными опорами или анкерными опорами и располагаются в точках оконцевания, например, электроподстанциях или местах, где электрическая линия проложена под землей. Оконечные опоры также могут требоваться там, где электрические линии меняют направление (например, делают поворот), или через регулярные интервалы на длинном прямом пути линии. Другим типом устройства оконцевания является устройство сращивания (кабельная муфта), которое используют для создания механического и электрического соединения между концами двух соседних электрических кабелей в электрической линии.

[0017] Подвесные электрические кабели традиционно конструируют с использованием внутреннего стального усиливающего элемента, окруженного множеством проводящих алюминиевых жил, которые по спирали обмотаны вокруг стального усиливающего элемента; конфигурация называется «алюминиевым проводником со стальным сердечником» (ACSR). В последнее время были изготовлены и введены во многие электрические линии подвесные электрические кабели, имеющие армированный волокном композитный усиливающий элемент. По сравнению со сталью армированные волокном композитные материалы, используемые для усиливающего элемента, имеют облегченную массу, меньшее тепловое расширение и более высокую удельную жесткость. Однако армированные волокном материалы не достигают предела текучести, при котором происходит пластическая деформация при механическом напряжении материалов.

[0018] Такие армированные волокном композитные усиливающие элементы могут включать единственный армированный волокном композитный усиливающий элемент (например, единственный стержень), как проиллюстрировано на ФИГ. 1А. Пример такой конфигурации раскрыт в патенте США № 7368162 Хиела и др. (Hiel et al.), который включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте. Альтернативно, композитный усиливающий элемент может быть составлен из множества отдельных армированных волокном композитных усиливающих элементов (например, отдельных стержней), которые функционально объединены (например, скручены или переплетены вместе) с образованием усиливающего элемента, как проиллюстрировано на ФИГ. 1В. Примеры таких многоэлементных композитных усиливающих элементов включают, но не ограничиваются этим: многоэлементный композитный усиливающий элемент с алюминиевой матрицей, проиллюстрированный в патенте США № 6245425 МакКаллохью и др. (McCullough et al.), многоэлементный усиливающий элемент с углеродным волокном, проиллюстрированный в патенте США № 6015953 Тосака и др. (Tosaka et al.), и

многоэлементный усиливающий элемент, проиллюстрированный в патенте США № 9685257 Даниэля и др. (Daniel et al.). Каждый из этих патентов США включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте. Как известно специалистам в данной области техники, могут быть реализованы другие конфигурации армированного волокном композитного усиливающего элемента.

[0019] Обращаясь к подвесному электрическому кабелю, проиллюстрированному на ФИГ. 1А, кабель 160А содержит электрический проводник 162А, который включает в себя первый проводящий слой 164а и второй проводящий слой 164b, причем каждый состоит из множества отдельных проводящих жил, которые по спирали намотаны вокруг армированного волокном усиливающего элемента 166А. Следует понимать, что такие подвесные электрические кабели могут включать единственный проводящий слой или более двух проводящих слоев в зависимости от желаемого применения подвесного электрического кабеля. Проводящие жилы могут быть изготовлены из проводящих материалов, таких как медь или алюминий, а для использования в оголенных подвесных электрических кабелях обычно изготавливаются из алюминия, например, из закаленного алюминия, отожженного алюминия и/или алюминиевых сплавов. Как проиллюстрировано на ФИГ. 1А, проводящие жилы имеют по существу трапециевидное сечение, хотя могут быть использованы и другие конфигурации, такие как круглые сечения. Использование многоугольных сечений, таких как трапециевидное сечение, преимущественно увеличивает площадь сечения проводящего металла для такого же эффективного диаметра кабеля, например, по сравнению с жилами, имеющими круглое сечение.

[0020] Проводящие материалы, например, алюминий, не обладают достаточными механическими свойствами (например, достаточной прочностью при растяжении), чтобы быть самонесущими, когда они натянуты между опорными вышками с образованием подвесной линии электропередачи для передачи и/или распределения электроэнергии. Следовательно, подвесной электрический кабель 160А включает усиливающий элемент 166А, поддерживающий проводящие слои 164а/164b, когда подвесной электрический кабель 160А натянут между опорными вышками с высоким механическим натяжением. В варианте осуществления, проиллюстрированном на ФИГ. 1А, усиливающий элемент 166А включает единственный (например, только один) усиливающий элемент 168А. Усиливающий элемент 168А включает сердцевину 170А из высокопрочных углеродных армирующих волокон в связующей матрице и гальванический слой 172А, состоящий, например, из стекловолокон, предотвращающий контакт между углеродными волокнами и первым проводящим слоем 164А, что может приводить к коррозии алюминия.

[0021] ФИГ. 1В иллюстрирует вариант осуществления подвесного электрического кабеля 160В, который подобен электрическому кабелю, проиллюстрированному на ФИГ. 1А, в котором усиливающий элемент 166В содержит множество отдельных усиливающих элементов (например, усиливающий элемент 168В), которые переплетены или скручены вместе с образованием усиливающего элемента 166В. Хотя на ФИГ. 1В проиллюстрирован кабель, включающий семь отдельных усиливающих элементов,

следует понимать, что многоэлементный усиливающий элемент может включать любое число усиливающих элементов, которое подходит для конкретного применения.

[0022] Как отмечено выше, армированный волокном композитный материал, из которого сконструированы усиливающие элементы, может включать армирующие волокна, которые функционально расположены в связующей матрице. Армирующие волокна могут представлять собой по существу непрерывные армирующие волокна, которые проходят по длине армированного волокном композита, и/или могут представлять собой короткие армирующие волокна (например, волокнистые вискеры (нитевидные кристаллы) или рубленые волокна), которые распределены по связующей матрице. Армирующие волокна могут быть выбраны из широкого диапазона материалов, включая, но не ограничиваясь этим, углерод, стекло, бор, оксиды металлов, карбиды металлов, высокопрочные полимеры, такие как арамидные волокна или фторполимерные волокна, базальтовые волокна и т.п. Углеродные волокна особенно преимущественны во многих применениях благодаря их очень высокой прочности при растяжении и/или благодаря их относительно низкому коэффициенту теплового расширения (СТЕ).

[0023] Связующая матрица может включать, например, пластик (например, полимер), такой как термопластичный полимер или термоотверждающийся полимер. Например, связующая матрица может содержать термопластичный полимер, включая полукристаллические термопластики. Конкретные примеры пригодных термопластиков включают, но не ограничиваются этим, простой полиэфирэфиркетон (PEEK), полипропилен (PP), полифениленсульфид (PPS), полиэфиримид (PEI), жидкокристаллический полимер (LCP), полиоксиметилен (POM или ацеталь), полиамид (PA или нейлон), полиэтилен (PE), фторполимеры и термопластичные сложные полиэферы.

[0024] Связующая матрица также может включать термоотверждающийся полимер. Примеры пригодных термоотверждающихся полимеров включают, но не ограничиваются этим, бензоксазин, термоотверждающиеся полиимиды (PI), полиэфирамидные смолы (PEAR), фенольные смолы, эпоксидные смолы сложных виниловых эфиров, полицианатные смолы и цианат-сложноэфирные смолы. В одном примерном варианте осуществления в связующей матрице используют смолу сложного винилового эфира. Другой вариант осуществления включает использование эпоксидной смолы, такой как эпоксидная смола, которая представляет собой продукт реакции эпихлоргидрина и бисфенола А, диглицидиловый сложный эфир бисфенола А (DGEBA). Отверждающие агенты (например, отвердители) для эпоксидных смол могут быть выбраны в зависимости от желаемых свойств армированного волокном композитного усиливающего элемента и способа обработки. Например, отверждающие агенты могут быть выбраны из алифатических полиаминов, полиамидов и модифицированных разновидностей этих соединений. В качестве отверждающих агентов также могут быть использованы ангидриды и изоцианаты. Другие примеры полимерных материалов, пригодных для связующей матрицы, могут включать отвержденные по реакции

присоединения фенольные смолы, например, бисмалеимиды (ВМІ), полиамидоэфиры, различные ангидриды или имиды.

[0025] Связующая матрица также может представлять собой металлическую матрицу, такую как алюминиевая матрица. Один пример армированного волокном композита с алюминиевой матрицей проиллюстрирован в патенте США № 6245425 МакКаллохью и др. (McCullough et al.), отмеченного выше.

[0026] Одна конфигурация композитного усиливающего элемента для подвесного электрического кабеля, которая является особенно преимущественной, представляет собой конфигурацию композита АССС®, которая доступна от компании СТС Global Corporation (Irvine, CA) и проиллюстрирована в патенте США № 7368162 Хиела и др. (Hiel et al.), отмеченного выше. В варианте осуществления электрического кабеля АССС® для промышленного применения усиливающий элемент представляет собой одноэлементный усиливающий элемент по существу круглого сечения, который включает внутреннюю сердцевину из по существу непрерывных армирующих углеродных волокон, расположенных в полимерной матрице. Сердцевина из углеродных волокон окружена прочным изолирующим слоем из стекловолокон, которые также расположены в полимерной матрице и изолируют углеродные волокна от окружающих проводящих алюминиевых жил (см. ФИГ. 1А). Стекловолокна также обладают более высокой способностью к деформации при сжатии, чем углеродные волокна, и обеспечивают сгибаемость, так что усиливающий элемент и электрический кабель могут быть намотаны на катушку для хранения и транспортировки.

[0027] При монтаже электрической линии подвесной электрический кабель должен быть подвергнут оконцеванию и прикреплен к оконечной опоре с высоким натяжением. Подвесные электрические кабели, в которых используют усиливающие элементы из стали или другого пластичного металла, могут быть прикреплены к устройству оконцевания путем обжатия компонентов, окружающих усиливающий элемент, с использованием высоких сжимающих усилий, поскольку лежащий ниже усиливающий элемент является пластичным и не будет разрушаться под действием сжимающих напряжений. Армированные волокном композитные усиливающие элементы, имеющие более низкую пластичность и более низкое относительное удлинение при разрыве, чем сталь, подвержены разрушению под действием высоких сжимающих усилий, и устройства оконцевания для таких усиливающих элементов обычно предназначены для снижения сжимающего усилия на усиливающем элементе. ФИГ. 2-4 иллюстрируют два разных устройства оконцевания, особенно пригодных для подвесных электрических кабелей, имеющих армированный волокном композитный усиливающий элемент. ФИГ. 2 иллюстрирует разрез устройства оконцевания (например, оконечного) для использования с оголенным электрическим кабелем, то есть для оконцевания электрического кабеля, при сохранении высокого натяжения кабеля. Устройство 200 оконцевания, проиллюстрированное на ФИГ. 2, подобно устройству, проиллюстрированному и описанному в публикации РСТ WO 2005/041358 Брайанта (Bryant) и в патенте США №

8022301 Брайанта и др. (Bryant et al.), каждый из которых включен сюда посредством ссылки во всей своей полноте.

[0028] В общих чертах устройство 200 оконцевания, проиллюстрированное на ФИГ. 2, включает захватный элемент 210, прикрепленный к соединителю 220, который прикрепляет устройство 200 оконцевания к оконечной конструкции (например, к опоре, не проиллюстрирована), например, крепежной деталью 226 (например, с помощью рым-болта). На конце устройства 200 оконцевания напротив крепежной детали 226 устройство 200 оконцевания функционально соединено с оголенным воздушным кабелем 260, который включает в себя электрический проводник 262 (например, содержащий проводящие жилы), который окружает и поддерживается усиливающим элементом 266, например, армированным волокном композитным усиливающим элементом.

[0029] Захватный элемент 210 плотно захватывает усиливающий элемент 266, прикрепляя подвесной электрический кабель 260 к устройству 200 оконцевания. Как проиллюстрировано на ФИГ. 2, захватный элемент 210 включает в себя фитинг компрессионного типа, в частности, цангу 212, имеющую просвет 216 (например, канал), который окружает усиливающий элемент 266 и зацепляется на нем. Цанга 212 расположена в корпусе 214 цанги, и по мере того, как электрический кабель 260 натягивают (например, возносят на опорные вышки), между усиливающим элементом 264 и цангой 212 возникает трение, когда цанга 212 втягивается дальше в корпус 214 цанги. Коническая (внешняя) форма цанги 212 и сопрягаемая внутренняя воронкообразная форма корпуса 214 цанги увеличивают сжатие на усиливающем элементе 264, гарантирующее, что усиливающий элемент 264 не выскользнет из цанги 212, а значит, что подвесной электрический кабель 260 прикреплен к устройству 200 оконцевания.

[0030] Как проиллюстрировано на ФИГ. 2, поверх захватного элемента 210 расположена проводящая наружная втулка 240, которая включает в себя проводящий корпус 244, обеспечивающий электрическое соединение между электрическим проводником 262 и пластиной 246 переключки. Между проводником 262 и проводящим корпусом 244 может быть помещена внутренняя втулка 248 (например, проводящая внутренняя втулка), обеспечивающая электрическое соединение между проводником 262 и проводящим корпусом 244. Внутренняя втулка 248 и проводящий корпус 244 могут быть изготовлены, например, из алюминия. Пластина 246 переключки прикреплена (например, приварена) к проводящему корпусу 244 и выполнена с возможностью прикрепления к соединительной пластине 276 для обеспечения электрического соединения между электрическим проводником 262 и другим проводником, например, другим электрическим кабелем (не проиллюстрировано), который находится в электрическом соединении с соединительной пластиной 276.

[0031] Соединитель 220 включает в себя крепежную деталь 226 и сопрягающие резьбы 228 захватного элемента, расположенные на конце захватного элемента соединителя 220, с корпусом соединителя 222, расположенным между крепежной деталью 226 и сопрягающими резьбами 228 захватного элемента. Сопрягающие резьбы 228

захватного элемента выполнены с возможностью функционально сопрягаться с сопрягающими резьбами 218 соединителя на корпусе 214 цанги, обеспечивая перемещение соединителя 220 к цанге 212, когда резьбы 218 и 228 вводят в зацепление, а соединитель 220 вращают относительно корпуса 214 цанги, проталкивая цангу 212 в корпус 214 цанги. Это усиливает сцепление (захват) цанги 212 с усиливающим элементом 266, прикрепляя подвесной электрический кабель 260 к устройству 200 оконцевания. Крепежная деталь 226 выполнена с возможностью прикрепления к оконечной конструкции, например, к оконечной вышке, для прикрепления устройства 200 оконцевания и электрического кабеля 260 к оконечной конструкции.

[0032] После сборки устройства оконцевания наружная втулка затем может быть обжата (например, прижата, запрессована) на части нижележащей конструкции для предотвращения перемещения наружной втулки и/или для усиления соединения между проводящим корпусом и электрическим проводником. ФИГ. 3 иллюстрирует вид в перспективе устройства оконцевания, аналогичного показанному на ФИГ. 2, которое было обжато на подвесном электрическом кабеле. Устройство 300 оконцевания включает в себя соединитель, имеющий крепежную деталь 326, которая проходит снаружи от проксимального конца наружной втулки 340. Пластина 346 перемычки выполнена как одно целое с проводящим корпусом 342 для электрического соединения с соединительной пластиной (см., например, ФИГ. 2). Как проиллюстрировано на ФИГ. 3, наружная втулка 340 обжата поверх двух (например, на две) областей нижележащей конструкции, а именно над областью 340b обжатой втулки и областью 340a обжатой втулки. Область 340b обжатой втулки обычно расположена поверх корпуса соединителя (см., например, поз. 222 на ФИГ. 2), и область 340a обжатой втулки обычно расположена поверх участка подвесного электрического кабеля 360, например, усиливая электрическое соединение с электрическим кабелем. Сжимающие усилия, приложенные на наружную втулку 340 во время операции обжатия, переносятся на нижележащие компоненты, например, на корпус соединителя под обжатой областью 340b и к подвесному электрическому кабелю 360 под обжатой областью 340a.

[0033] В вышеупомянутом устройстве оконцевания используют цангу 214 с гладкой поверхностью для осуществления захвата с композитным усиливающим элементом на достаточной длине, так что обычно исключаются точки высокого механического напряжения и маловероятно разрушение композитного усиливающего элемента под цангой.

[0034] ФИГ. 4А и 4В иллюстрируют альтернативное устройство 400 оконцевания предшествующего уровня техники для использования с композитными усиливающими элементами. Для простоты на ФИГ. 4А и 4В проиллюстрированы соответствующие компоненты устройства оконцевания, за исключением наружной втулки, пластины перемычки и др., проиллюстрированных на ФИГ. 2 и 3. Вместо того, чтобы использовать коническую цангу для захвата усиливающего элемента, устройство оконцевания, проиллюстрированное на ФИГ. 4А и 4В, прикрепляют к усиливающему элементу путем

радиального сжатия (например, путем обжатия, прессования) корпуса соединителя на усиливающем элементе с использованием обжимного инструмента, например, гидравлического пресса. Устройство 400 включает в себя стальной соединитель 420, имеющий корпус 422 соединителя и крепежную деталь 426 (например, рым-болт). Внутренняя втулка 432 из алюминия, которая мягче, чем окружающий стальной корпус 422 соединителя, помещена между композитным усиливающим элементом 466 и корпусом 422 соединителя. Операция обжатия обычно включает последовательное обжатие корпуса соединителя с помощью обжимного инструмента, начиная с проксимального конца, то есть около крепежной детали 426, и двигаясь к дистальному концу. Обжимной инструмент может прикладывать сжимающее усилие до примерно 100 тонн к корпусу 422 соединителя, прикрепляя корпус соединителя к усиливающему элементу 466. Внутренняя алюминиевая втулка 432 предназначена для перераспределения части этого усилия радиального обжатия так, чтобы уменьшить усилие на усиливающем элементе 466.

[0035] Когда корпус 422 соединителя обжимают на нижележащую внутреннюю алюминиевую втулку 432 и усиливающий элемент 466, как проиллюстрировано на ФИГ. 4В, втулка 432 и корпус 422 удлиняются вследствие усилия обжатия, например, от начальной длины  $l_1$  (ФИГ. 4А) до увеличенной длины  $l_2$  (ФИГ. 4В). Когда происходит такое удлинение, ожидается, что алюминиевая втулка 432 будет скользить по усиливающему элементу 466 по мере удлинения втулки 432, практически не вызывая на усиливающем элементе деформации удлинения. Например, обжатие корпуса 422 соединителя может удлинить алюминиевую втулку 432 до примерно 5%, что существенно выше предела деформации до разрушения нижележащего композитного усиливающего элемента 466, который обычно составляет менее 2%. Однако установлено, что алюминиевая втулка 432 может «тянуть» нижележащий усиливающий элемент 466, например, вследствие сил трения, так что усиливающий элемент 466 удлиняется со втулкой 432, что подвергает усиливающий элемент воздействию высокой деформации удлинения (например, растяжению). Если деформация удлинения слишком высока, усиливающий элемент 466 может разрушаться (например, давать трещину 466f) из-за более низких свойств удлинения композитного усиливающего элемента 466.

[0036] Цель состоит в предоставлении устройства оконцевания, которое снижает величину деформации удлинения на усиливающем элементе, обусловленной обжатием окружающих компонентов. В вариантах осуществления этого раскрытия деформацию удлинения на усиливающем элементе уменьшают или по существу исключают за счет размещения поверх усиливающего элемента оболочки с высоким модулем упругости на растяжение, например, оболочки из закаленной стали. Стальную оболочку затем прижимают к усиливающему элементу путем обжатия корпуса соединителя и/или обжатия проводящей втулки на стальную оболочку. Свойства оболочки, например, материала, из которого изготовлена оболочка, и/или толщина стенки оболочки, защищают усиливающий элемент от воздействия деформации растяжения, которая может

повреждать усиливающий элемент, и оболочка может быть названа оболочкой деформации растяжения. Хотя в целом здесь оболочка описывается как стальная оболочка, оболочка деформации растяжения может быть изготовлена из других материалов с высоким модулем упругости на растяжение, например, материалов, имеющих более высокий модуль упругости на растяжение, чем алюминий. Помимо стали (например, закаленной стали), оболочка также может быть изготовлена из таких материалов, как композиты с высоким модулем упругости на растяжение, например, углеродное волокно, борное волокно или керамическое волокно, в такой матрице, как термоотверждаемая полимерная матрица, термопластичная полимерная матрица или металлическая матрица. В одном представлении оболочку деформации растяжения производят из материала, имеющего модуль упругости на растяжение по меньшей мере примерно 125 ГПа, например, по меньшей мере примерно 150 ГПа или даже по меньшей мере примерно 175 ГПа.

[0037] ФИГ. 5А и 5В иллюстрируют один вариант осуществления устройства оконцевания по настоящему раскрытию. Устройство 500 оконцевания выполнено с возможностью прикрепления подвешенного электрического кабеля, который включает в себя усиливающий элемент и электрический проводник (например, проводящие жилы), расположенный вокруг усиливающего элемента. Вообще говоря, устройство оконцевания включает в себя оболочку (например, стальную оболочку), которая функционально окружает усиливающий элемент подвешенного электрического кабеля, снижая деформацию удлинения на усиливающем элементе.

[0038] Обращаясь к ФИГ. 5А и 5В, устройство 500 оконцевания включает в себя соединитель 520, имеющий корпус 522 соединителя и крепежную деталь 526. Корпус 522 соединителя ограничивает внутреннюю цилиндрическую камеру 524 для размещения в ней усиливающего элемента 566. Стальная оболочка 510, необязательно имеющая одну или более прорезей (щелей) 514, помещена поверх усиливающего элемента 566, так что оболочка 510 располагается между усиливающим элементом 566 и корпусом 522 соединителя. В варианте осуществления, проиллюстрированном на ФИГ. 5А и 5В, между стальной оболочкой 510 и корпусом 522 соединителя помещена внутренняя втулка 532, например, алюминиевая втулка, которая мягче, чем корпус 522 соединителя и оболочка 510.

[0039] ФИГ. 5А иллюстрирует устройство 500 оконцевания в необжатом состоянии, например, перед обжатием корпуса 522 соединителя на нижележащих алюминиевой внутренней втулке 532, стальной оболочке 510, имеющей одну или более щелей 514, и усиливающем элементе 566. Перед обжатием корпус соединителя имеет начальную длину  $l_3$ . ФИГ. 5В иллюстрирует устройство 500 оконцевания после обжатия корпуса 522 соединителя на нижележащих компонентах. Процесс обжатия включает использование обжимного инструмента для сжатия части корпуса 522 соединителя, продвигаясь от дистального конца корпуса 522 соединителя, то есть прилегающего к крепежной детали 526, к противоположному концу до тех пор, пока корпус 522

соединителя не будет обжат по его длине, перекрывая втулку 532 и оболочку 510, например, как проиллюстрировано на ФИГ. 5В. Как в варианте осуществления, показанном выше на ФИГ. 4В, корпус соединителя удлиняется вследствие деформации обжатия до увеличенной длины  $l_4$ , как и алюминиевая втулка 532. Однако нижележащая стальная втулка 510 значительно сопротивляется удлинению и, следовательно, ограничивает удлинение усиливающего элемента 566, например, до точки, существенно ниже, чем требуется для разрушения усиливающего элемента 566. В одном представлении стальную оболочку 510 получают из стали, которая тверже, чем сталь, используемая для формирования корпуса 522 соединителя. При такой конфигурации оболочка из более твердой стали с меньшей вероятностью будет удлиниться во время операции обжатия. В другом представлении дополнительное сопротивление удлинению может быть достигнуто за счет увеличения площади сечения стальной оболочки, например, толщины стенки.

[0040] ФИГ. 6А и 6В показывают другую конфигурацию устройства 600 оконцевания по настоящему раскрытию. Устройство оконцевания включает в себя соединитель 620, имеющий корпус 622 соединителя и крепежную деталь 626. Корпус 622 соединителя ограничивает цилиндрическое пространство 624 для размещения в нем усиливающего элемента 666. Стальная оболочка 610, имеющая одну или более щелей 614, помещена поверх усиливающего элемента 666 так, что она располагается между усиливающим элементом 666 и корпусом 622 соединителя.

[0041] ФИГ. 6А иллюстрирует устройство 600 оконцевания в необжатом состоянии, например, перед обжатием корпуса 622 соединителя на нижележащих стальной оболочке 610 и усиливающем элементе 666. Перед обжатием корпус соединителя имеет начальную длину  $l_5$ . ФИГ. 6В иллюстрирует устройство 600 оконцевания после обжатия корпуса 622 соединителя на нижележащих компонентах, как описано выше. Корпус 622 соединителя удлиняется вследствие деформации обжатия до увеличенной длины  $l_6$ . Однако нижележащая стальная оболочка 610 не удлиняется в значительной степени и, следовательно, не побуждает усиливающий элемент 666 удлиняться до точки, при которой усиливающий элемент 666 разрушается. Вариант осуществления, проиллюстрированный на ФИГ. 6А и 6В, показывает, что внутренняя алюминиевая втулка (например, втулка 532 на ФИГ. 5А) не является необходимой для надлежащей защиты усиливающего элемента 666 от усилий обжатия и усилий удлинения.

[0042] Обращаясь к ФИГ. 7А-7Е, на них проиллюстрирован один вариант осуществления стальной оболочки 710, например, оболочки, которая может быть использована в устройствах оконцевания, проиллюстрированных на ФИГ. 5 и 6. Оболочка 710 имеет внешний диаметр ( $d_o$ ) и длину ( $l_7$ ) и включает канал 712, имеющий внутренний диаметр ( $d_i$ ). Внутренний диаметр канала 712 выполнен с возможностью (например, имеет форму и размеры) обеспечивать вставку усиливающего элемента в канал 712, например, возможность вставки в канал 712 через первый конец 716а оболочки и наружу из второго конца 716б оболочки. Внутренний диаметр должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить вставку усиливающего элемента через канал 712 (например, только при

умеренном трении о боковую стенку канала). Однако диаметр канала 712 не должен быть настолько большим, чтобы усиливающий элемент был способен перемещаться в осевом направлении внутри канала, когда упомянутые одна или более щелей стремятся к достижению контакта, например, закрываются. В одном представлении канал 712 имеет диаметр по меньшей мере примерно 2,5 мм. В другом представлении канал имеет диаметр не больше чем примерно 15 мм.

[0043] Внешний диаметр  $d_o$  оболочки 710 должен быть достаточно большим, чтобы оболочка могла поместиться внутри цилиндрического пространства, ограниченного корпусом соединителя, без значительного зазора между оболочкой и внутренней стенкой корпуса соединителя (ФИГ. 6А) или внутри алюминиевой втулки (ФИГ. 5А). В одном представлении внешний диаметр  $d_o$  составляет по меньшей мере примерно 5 мм. В другом представлении внешний диаметр  $d_o$  составляет не больше чем примерно 46 мм.

[0044] Длина  $l_7$  оболочки 710 должна быть достаточно большой, чтобы гарантировать, что достаточный отрезок усиливающего элемента расположен внутри оболочки, формирующей достаточный захват с усиливающим элементом после обжатия без наличия точек концентрации высокого напряжения. Например, оболочка 710 может иметь длину  $l_7$  по меньшей мере примерно 100 мм. Обычно длина  $l_7$  не будет превышать примерно 300 мм. В другом представлении оболочка 710 имеет внешний диаметр  $d_o$  и длину  $l_7$ , и длина по меньшей мере в 10 раз больше внешнего диаметра, например, по меньшей мере примерно в 15 раз больше внешнего диаметра, например, по меньшей мере примерно в 20 раз больше внешнего диаметра. В дополнительном представлении длина составляет не более чем примерно в 50 раз больше внешнего диаметра, например, не более чем примерно в 40 раз больше внешнего диаметра. Однако усиливающие элементы меньшего диаметра, например, имеющие диаметр примерно 3 мм или менее, могут получить преимущество от использования оболочки 710, имеющей длину, которая почти равна или чуть больше чем в 50 раз больше внешнего диаметра.

[0045] Оболочка 710 также имеет толщину стенки, например, разницу между внешним диаметром  $d_o$  и внутренним диаметром  $d_i$  оболочки. Толщина стенки оболочки 710 должна быть достаточной, чтобы ограничивать силы осевого растяжения. В одном представлении толщина стенки оболочки 710 составляет по меньшей мере примерно 3 мм. В другом представлении толщина стенки оболочки составляет не больше чем примерно 20 мм. Как отмечалось выше, увеличение толщины стенки оболочки может повышать сопротивление удлинению.

[0046] Как проиллюстрировано на ФИГ. 7А-7Е, оболочка 710 включает две проходящие в продольном направлении щели (например, щель 714а), которые расположены через первый конец 716а оболочки и проходят ко второму концу 716б оболочки, например, не проходя через второй конец 716б. Эти две щели расположены на противоположных сторонах оболочки 710, например, под радиальным углом примерно 180°. Оболочка 710 также включает в себя две щели (например, щель 714б), которые расположены через второй конец 716б и проходят к первому концу 716а оболочки,

например, не проходя через первый конец 716а. Эти проходящие в продольном направлении щели преимущественно позволяют оболочке 710 приспосабливаться к изменениям диаметра усиливающего элемента и позволяют оболочке 710 сопротивляться силам осевого растяжения, обеспечивая при этом минимальное ограничение для закрытия оболочки на усиливающем элементе при обжатии. Хотя проиллюстрировано, что имеется четыре проходящих в продольном направлении щели, оболочка может включать единственную щель, две щели, три щели или более. Внутренняя поверхность оболочки 710 (например, поверхность канала 712) может быть гладкой или может иметь особенности поверхности, усиливающие захват оболочки 710 на усиливающем элементе. Например, внутренняя поверхность может иметь абразив, нанесенный на поверхность, или может быть подвергнута механической обработке для обеспечения текстуры поверхности, например, небольших выступов на поверхности. Дополнительно, хотя не проиллюстрировано, оболочка может слегка сужаться от одного конца к другому, например, когда внешний диаметр оболочки меняется по длине оболочки.

[0047] ФИГ. 8А и 8В иллюстрируют схематичный вид в разрезе устройства 800 оконцевания по настоящему раскрытию перед размещением и обжатием наружной втулки 840. ФИГ. 8С и 8D иллюстрируют схематичный вид в разрезе устройства 800 оконцевания после размещения наружной втулки 840 (ФИГ. 8С) и обжатия наружной втулки 840 (ФИГ. 8D). Устройство 800 оконцевания включает в себя проходящую в продольном направлении стальную оболочку 810, имеющую проходящий через нее центральный канал оболочки, например, от одного конца 816а оболочки через противоположный конец 816b оболочки. Таким образом концевой участок усиливающего элемента 864 расположен внутри оболочки 810.

[0048] Соединитель 820 (например, стальной соединитель) включает в себя крепежную деталь 826, расположенную на первом конце соединителя 820, и корпус 822 соединителя, который проходит от крепежной детали 826 ко второму концу соединителя 820. Второй конец соединителя включает в себя осевой канал 824, который выполнен с возможностью (например, имеет форму и размеры) вмещать и оканчивать усиливающий элемент 864. Таким образом, как проиллюстрировано на ФИГ. 8А, электрический кабель 860 зачищают от части электрического проводника 862, открывая нижележащий усиливающий элемент 864. Открытый усиливающий элемент затем вставляют в оболочку 810, которая помещена в осевой канал 824 соединителя 820. Как проиллюстрировано на ФИГ. 8В, часть 828 корпуса 822 соединителя, например, часть, включающую осевой канал 824, обжимают (например, сжимают, запрессовывают) на оболочке 810, которая сжимается на усиливающем элементе 864, прикрепляя соединитель 820 к усиливающему элементу 864.

[0049] Как проиллюстрировано на ФИГ. 8С, затем наружная втулка 840 может быть помещена поверх устройства 800 оконцевания, проиллюстрированного на ФИГ. 8В. После того, как наружная втулка 840 помещена поверх устройства 800 оконцевания, втулка 840 может быть обжата на подборке и электрическом кабеле 860, как показано на

ФИГ. 8D. Наружную втулку 840 обжимают в двух местах, а именно на первом участке 840a поверх электрического кабеля и на втором участке 840b поверх корпуса 822 соединителя.

[0050] Как отмечено выше, подвесной электрический кабель 860 может быть предназначен для передачи и/или распределения электроэнергии при размещении на опорных вышках (например, опорах линий электропередач). В одной компоновке проводник 862 содержит один или более слоев алюминиевых жил, намотанных (например, намотанных по спирали) вокруг усиливающего элемента 864. В другой компоновке усиливающий элемент 864 включает в себя проходящие в продольном направлении армирующие волокна (например, высокопрочные углеродные волокна) в связующей матрице (например, в эпоксидной смоле или в термопластичной матрице).

[0051] ФИГ. 9A-9D иллюстрируют альтернативный вариант осуществления устройства оконцевания по настоящему раскрытию. Конкретно, ФИГ. 9A и 9B иллюстрируют соответственно вид в перспективе и вид в разрезе устройства 900 оконцевания перед обжатием, а ФИГ. 9C и 9D иллюстрируют соответственно вид в разрезе и вид в перспективе устройства 900 оконцевания после обжатия. Устройство 900 оконцевания включает в себя проходящую в продольном направлении стальную оболочку 910, имеющую центральный канал оболочки 912, проходящий через нее, например, от одного конца 916a (например, дистального конца) оболочки через противоположный конец 916b (например, проксимальный конец) оболочки и по меньшей мере одну или более щелей. Таким образом участок 964b усиливающего элемента 964 расположен внутри оболочки 910.

[0052] Соединитель 920 (например, стальной соединитель) включает в себя крепежную деталь 926, расположенную на первом конце соединителя 920, и корпус 922 соединителя, который проходит от крепежной детали 926 ко второму концу соединителя 920. Второй конец соединителя включает в себя выемку 924, которая выполнена с возможностью вмещать конец усиливающего элемента 964. Проводящая наружная втулка 940 помещена поверх оболочки 910, например, в положении, где наружная втулка 940 может быть обжата на оболочке 910, например, прижимая оболочку 910 к усиливающему элементу 964. Как проиллюстрировано на ФИГ. 9C и 9D, наружную втулку 940 обжимают по существу по всей ее длине (например, по меньшей мере примерно на 80% или 90% ее длины), так что наружная втулка 940 обжата на корпусе 922 соединителя и обжата на части подвесного электрического кабеля 960 помимо того, что является обжатой на оболочке 910.

### **Пример**

[0053] Для оценки эффективности устройства оконцевания по настоящему раскрытию два подвесных электрических кабеля, включающих в себя армированные волокном композитные усиливающие элементы диаметром 7,11 мм, испытывают при опрессовке (например, обжатии) оконечных устройств оконцевания на усиливающих элементах. Одно из устройств оконцевания соответствует предшествующему уровню

техники (например, как проиллюстрировано на ФИГ. 4А-4В), а второе устройство оконцевания включает в себя стальную оболочку (например, как проиллюстрировано на ФИГ. 6А-6В).

[0054] Для измерения деформации на усиливающем элементе во время процесса обжатия помещают одиночное оптическое волокно вдоль внешней поверхности каждого из двух усиливающих элементов. Как проиллюстрировано на ФИГ. 10, оптическое волокно включает в себя шесть волоконных брэгговских решеток (FBG), каждая длиной примерно 7 мм и равномерно разнесенных друг от друга на примерно 18 мм, в результате чего расстояние от центра до центра составляет примерно 25 мм. Рым-болт оконечника опрессовывают (обжимают) на композитных усиливающих элементах, включающих FBG, следуя такой же процедуре и используя такое же оборудование, которое используется при креплении в полевых условиях.

[0055] Деформацию, измеряемую с помощью FBG, постоянно контролируют во время процедуры обжатия. Последовательность нумерации FBG была такой, что FBG №6, находящаяся ближе всего к рым-болту, первой подвергается обжимным усилиям, затем следует FBG № 5 вплоть до FBG № 1. Типичная картина состоит в том, что FBG № 6 не подвергается значительным уровням осевой деформации, причем последующие FBG накапливают более высокие уровни осевой деформации. Моделирование компоновок указывает на то, что при радиальном уплотнении также происходит значительная пластическая деформация. Если эта осевая деформация не компенсируется за счет проскальзывания обжимающего металла по композитному усиливающему элементу, деформации могут быть достаточно большими, превышая максимальное относительное удлинение композитного усиливающего элемента, составляющее 1,9%.

[0056] Приведенные выше испытания и анализ показывают, что устройство оконцевания, включающее в себя стальную оболочку по настоящему раскрытию, значительно снижает осевую деформацию, обеспечивая при этом полное радиальное сжатие для захвата композитного усиливающего элемента. В частности, пиковое напряжение в стандартной сборке согласно предшествующему уровню техники достигает 1,2% в FBG № 5, тогда как пиковое напряжение в композитном усиливающем элементе, защищенном упомянутой стальной оболочкой, снижается до 0,52%, причем это пиковое напряжение также имеет место в FBG № 5.

[0057] Несмотря на то, что были подробно описаны различные варианты осуществления устройства оконцевания и способа оконцевания подвесного электрического кабеля, очевидно, что специалистам в данной области техники придут в голову модификации и адаптации этих вариантов осуществления. Однако следует четко понимать, что такие модификации и адаптации находятся в рамках сущности и объема настоящего раскрытия.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство оконцевания для прикрепления подвесного электрического кабеля, содержащего усиливающий элемент и электрический проводник, расположенный вокруг усиливающего элемента, причем устройство оконцевания содержит:

соединитель, содержащий крепежную деталь, расположенную на первом конце соединителя, и корпус соединителя, проходящий от крепежной детали к концу соединителя, который находится напротив крепежной детали;

проходящую в продольном направлении оболочку, имеющую проходящий через нее центральный канал, которая выполнена с возможностью вмещать усиливающий элемент внутри центрального канала; и

проводящую втулку, выполненную с возможностью размещаться поверх: (i) конца электрического кабеля, (ii) оболочки и (iii) по меньшей мере части корпуса соединителя, когда устройство оконцевания функционально собрано.

2. Устройство оконцевания по п. 1, в котором соединитель образован из стали.

3. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-2, в котором оболочка изготовлена из стали.

4. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-3, в котором центральный канал имеет по существу круглое поперечное сечение.

5. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-4, в котором центральный канал имеет поверхность канала, которая является по существу гладкой.

6. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-4, в котором центральный канал имеет поверхность канала, содержащую особенности поверхности, которые выполнены с возможностью улучшать захват оболочки на усиливающем элементе, когда оболочка функционально помещена поверх усиливающего элемента.

7. Устройство оконцевания по п. 6, в котором особенности поверхности выбраны из абразива на поверхности и задиры поверхности.

8. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-7, в котором стальная оболочка имеет внешний диаметр и длину, и причем длина по меньшей мере в 20 раз больше внешнего диаметра.

9. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-8, в котором оболочка имеет внешний диаметр и длину, и причем длина не более чем примерно в 30 раз больше внешнего диаметра.

10. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-9, в котором оболочка содержит по меньшей мере первую продольную щель через первый конец оболочки и проходящую ко второму концу оболочки.

11. Устройство оконцевания по п. 10, в котором оболочка содержит по меньшей мере вторую продольную щель через второй конец оболочки и проходящую к первому концу оболочки.

12. Устройство оконцевания по п. 11, в котором оболочка содержит по меньшей мере третью продольную щель через первый конец оболочки и проходящую ко второму

концу оболочки.

13. Устройство оконцевания по п. 12, в котором стальная оболочка содержит по меньшей мере четвертую продольную щель через второй конец оболочки и проходящую к первому концу оболочки.

14. Устройство оконцевания по любому из пп. 11-13, в котором щели расположены по окружности оболочки по существу равноудаленным образом.

15. Устройство оконцевания по п. 13, в котором щели расположены по окружности оболочки примерно под  $90^\circ$  от соседних щелей.

16. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-15, в котором корпус соединителя содержит проходящую в продольном направлении внутреннюю камеру, которая доступна через входное отверстие камеры, причем внутренняя камера выполнена с возможностью вмещать в себя стальную оболочку, когда устройство оконцевания функционально собрано.

17. Устройство оконцевания по п. 16, дополнительно содержащее алюминиевую втулку, которая выполнена с возможностью размещаться во внутренней камере и между стенкой камеры и стальной оболочкой, когда устройство оконцевания функционально собрано.

18. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-17, в котором проводящая втулка выполнена с возможностью функционально вмещать в себя стальную оболочку, когда устройство оконцевания функционально собрано.

19. Устройство оконцевания по любому из пп. 1-18, в котором проводящая втулка образована из алюминия.

20. Устройство оконцевания, прикрепленное к подвесному электрическому кабелю, содержащему усиливающий элемент и электрический проводник, расположенный вокруг усиливающего элемента, причем устройство оконцевания содержит:

соединитель, содержащий крепежную деталь, расположенную на первом конце соединителя, и корпус соединителя, проходящий от крепежной детали к концу соединителя, который находится напротив крепежной детали;

проходящую в продольном направлении оболочку, имеющую проходящий через нее центральный канал, которая функционально помещена поверх и прижата к части усиливающего элемента для функционального захвата усиливающего элемента; и

проводящую втулку, которая помещена поверх (i) конца электрического кабеля, (ii) оболочки и (iii) по меньшей мере части корпуса соединителя;

причем оболочка функционально прикреплена к корпусу соединителя одним из способов:

(i) будучи размещенной внутри камеры в корпусе соединителя и с обжатой на оболочке корпусом соединителя, или

(ii) будучи размещенной внутри проводящей втулки и имея проводящую втулку, обжатую на оболочке.

21. Устройство оконцевания по п. 20, в котором усиливающий элемент содержит

проходящие в продольном направлении армирующие волокна в связующей матрице.

22. Устройство оконцевания по п. 21, в котором армирующие волокна содержат волокна, выбранные из группы, состоящей из углеродных волокон, стекловолокон, керамических волокон и их комбинаций.

23. Устройство оконцевания по любому из пп. 21 или 22, в котором связующая матрица содержит материал, выбранный из эпоксидной смолы, термопластичной смолы и металла.

24. Устройство оконцевания по любому из пп. 20-23, в котором соединитель образован из стали.

25. Устройство оконцевания по любому из пп. 20-24, в котором оболочка образована из материала, выбранного из группы, состоящей из стали и армированного волокном композита.

26. Устройство оконцевания по любому из пп. 20-25, в котором оболочка содержит по меньшей мере первую щель, проходящую в продольном направлении через первый конец оболочки и ко второму концу оболочки.

27. Устройство оконцевания по п. 26, в котором оболочка содержит по меньшей мере вторую щель, проходящую в продольном направлении через второй конец оболочки и к первому концу оболочки.

28. Устройство оконцевания по любому из пп. 20-27, в котором оболочка функционально прикреплена к корпусу соединителя, будучи размещенной внутри камеры в корпусе соединителя и с обжатом на оболочке корпусом соединителя.

29. Устройство оконцевания по п. 28, в котором между корпусом соединителя и оболочкой расположена алюминиевая втулка.

30. Устройство оконцевания по любому из пп. 28 или 29, в котором корпус соединителя обжат на оболочке по существу по всей длине оболочки.

31. Устройство оконцевания по любому из пп. 20-27, в котором оболочка функционально прикреплена к корпусу соединителя, будучи размещенной внутри проводящей втулки и имеющей проводящую втулку, обжатую на стальной оболочке.

32. Устройство оконцевания по п. 31, в котором проводящая втулка образована из алюминия.

33. Устройство оконцевания по любому из пп. 31-32, в котором проводящая втулка обжата на оболочке по существу по всей длине оболочки.

34. Устройство оконцевания по любому из пп. 31-33, в котором проводящая втулка прикреплена к корпусу соединителя путем обжатия проводящей втулки на корпусе соединителя.

35. Устройство оконцевания по любому из пп. 20-34, при этом устройство оконцевания прикреплено к подвесному электрическому кабелю.

36. Способ оконцевания подвесного электрического кабеля, содержащего усиливающий элемент и электрический проводник, расположенный вокруг усиливающего элемента, причем способ включает стадии:

удаления электрического проводника с оконечника электрического кабеля для открытия концевой части усиливающего элемента;

размещения открытой концевой части усиливающего элемента через центральный канал, расположенный внутри проходящей в продольном направлении оболочки;

функционального прикрепления оболочки к соединителю, содержащему крепежную деталь, расположенную на первом конце соединителя, и корпус соединителя, проходящий от крепежной детали к концу соединителя, который находится напротив крепежной детали, при этом прикрепление включает одно из:

(i) размещения оболочки внутри камеры в корпусе соединителя и обжатие корпуса соединителя на стальной оболочке или

(ii) размещения оболочки в кабелепроводе проводящей втулки и обжатие проводящей втулки на оболочке.

37. Способ по п. 36, при этом усиливающий элемент содержит проходящие в продольном направлении армирующие волокна в связующей матрице.

38. Способ по п. 37, при этом армирующие волокна содержат волокна, выбранные из группы, состоящей из углеродных волокон, стекловолокон, керамических волокон и их комбинаций.

39. Способ по любому из пп. 37 или 38, при этом связующая матрица содержит материал, выбранный из группы, состоящей из эпоксидной смолы, термопластичной смолы и металла.

40. Способ по любому из пп. 36-39, при этом соединитель образован из стали.

41. Способ по любому из пп. 36-40, при этом оболочка образована из стали.

42. Способ по любому из пп. 36-41, при этом оболочка содержит по меньшей мере первую щель, проходящую в продольном направлении через первый конец оболочки и ко второму концу оболочки.

43. Способ по п. 42, при этом оболочка содержит по меньшей мере вторую щель, проходящую в продольном направлении через второй конец оболочки и к первому концу оболочки.

44. Способ по любому из пп. 36-43, в котором стадия функционального прикрепления оболочки к корпусу соединителя включает размещение оболочки внутри камеры в корпусе соединителя и обжатие корпуса соединителя на стальной оболочке.

45. Способ по п. 44, в котором между корпусом соединителя и оболочкой перед обжатием корпуса соединителя на оболочке помещают алюминиевую втулку.

46. Способ по любому из пп. 44 или 45, в котором корпус соединителя обжимают на оболочке по существу по всей длине оболочки.

47. Способ по любому из пп. 44-46, дополнительно включающий стадию размещения проводящей втулки поверх корпуса соединителя и оболочки и обжатия проводящей втулки на корпусе соединителя.

48. Способ по любому из пп. 36-43, в котором стадия функционального прикрепления оболочки к корпусу соединителя включает размещение стальной оболочки

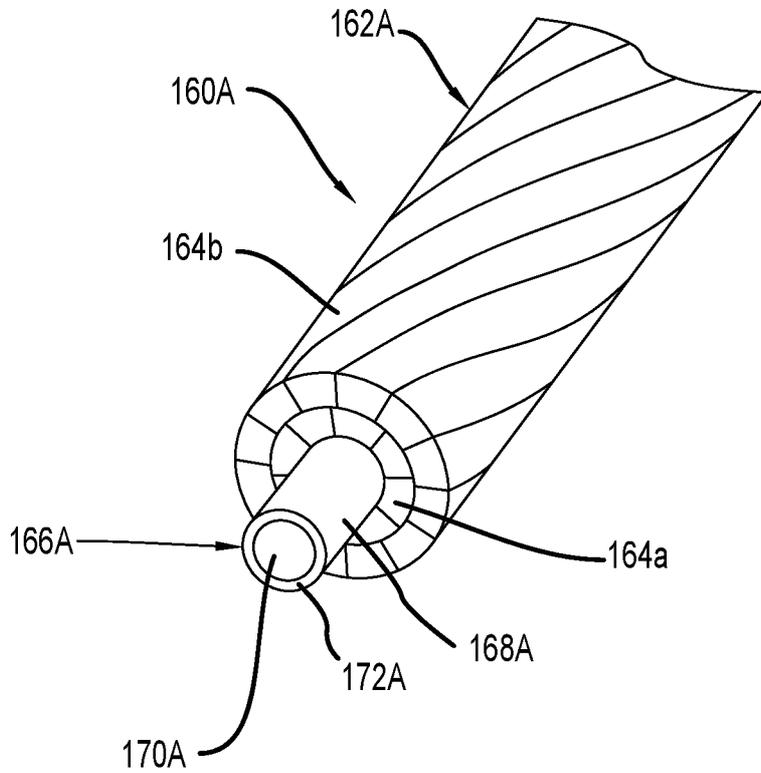
внутри проводящей втулки и обжатие проводящей втулки на оболочке.

49. Способ по п. 48, при этом проводящая втулка образована из алюминия.

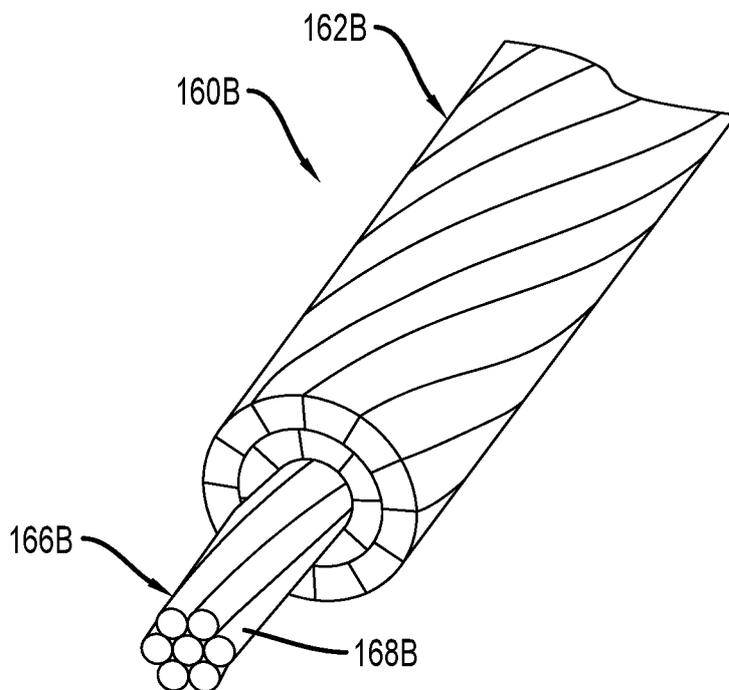
50. Способ по любому из пп. 48-49, в котором проводящую втулку обжимают на стальной оболочке по существу по всей длине оболочки.

51. Способ по любому из пп. 48-50, в котором проводящую втулку прикрепляют к корпусу соединителя путем обжатия проводящей втулки на корпусе соединителя.

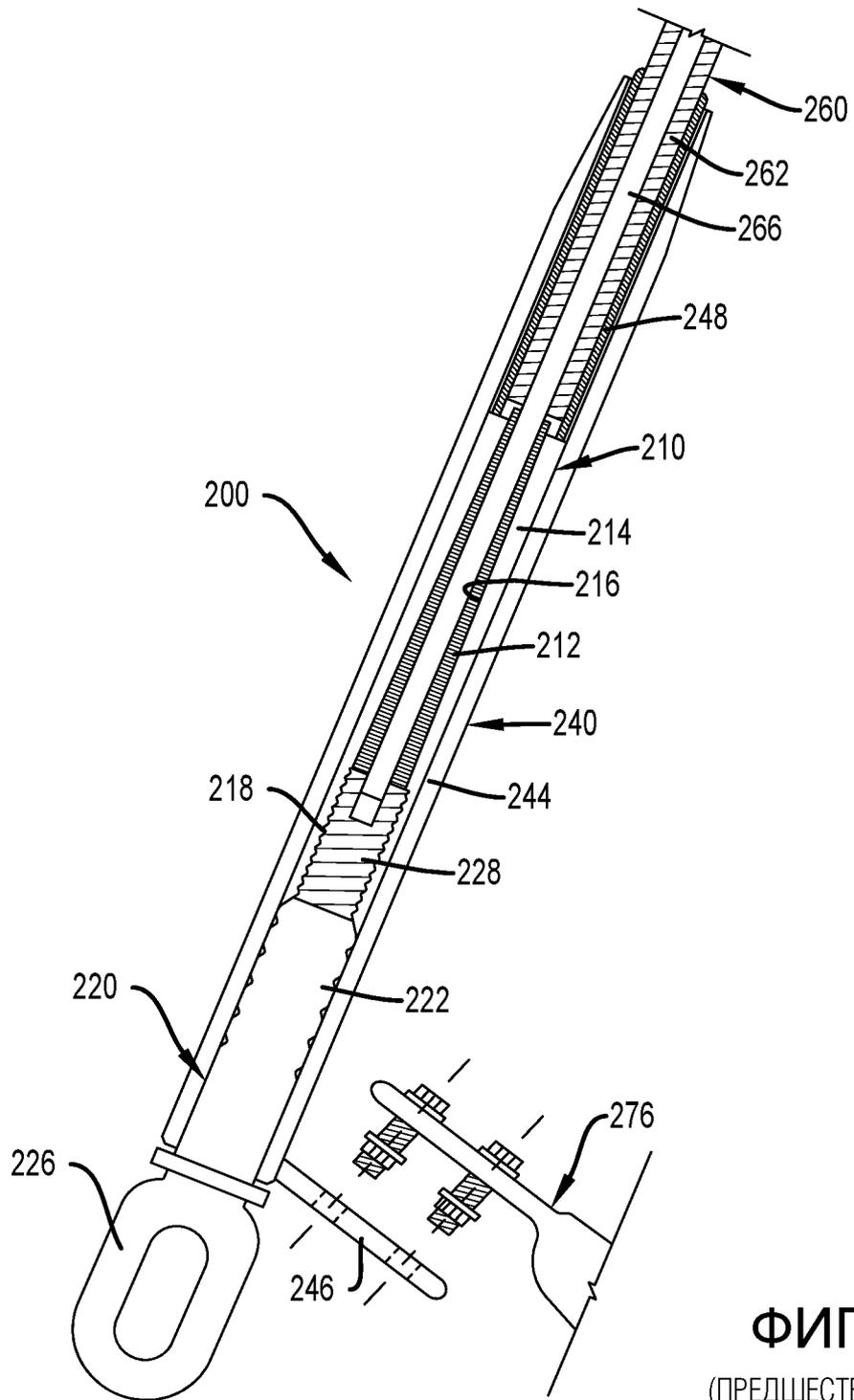
52. Способ прикрепления к подвесному электрическому кабелю по любому из пп. 36-51, при этом устройство оконцевания выбрано из устройства оконцевания по любому из пп. 1-19.



ФИГ. 1А

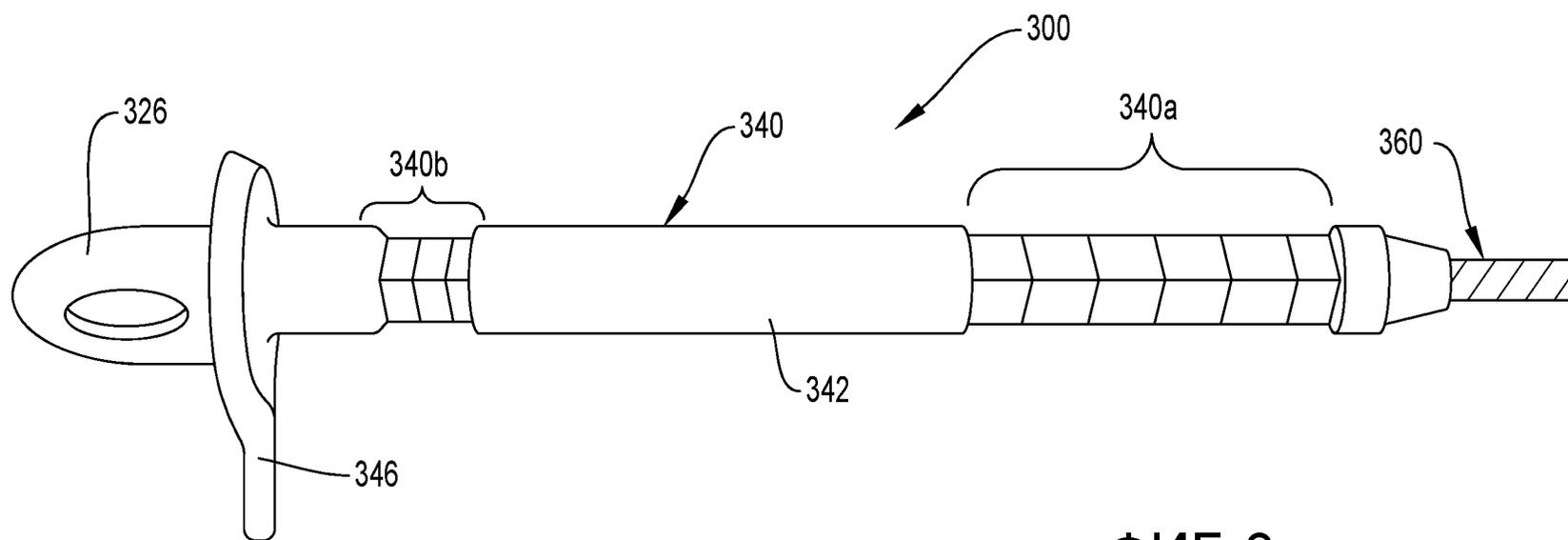


ФИГ. 1В



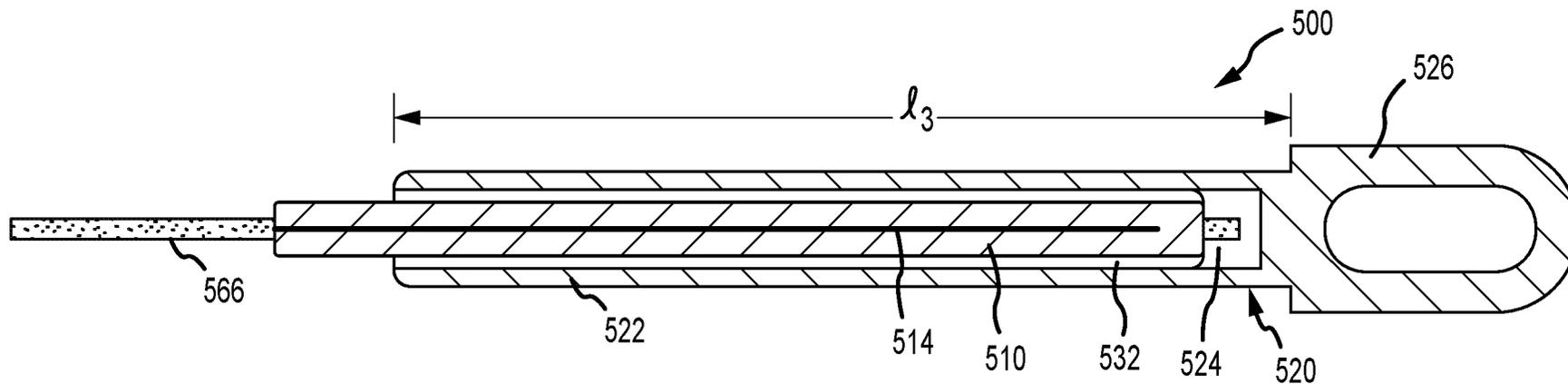
**ФИГ. 2**

(ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ  
УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ)

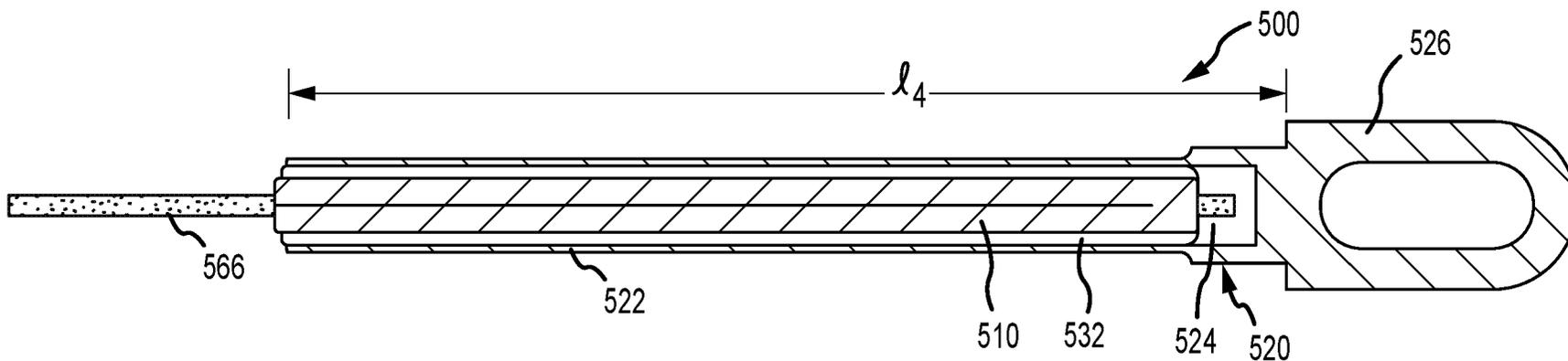


**ФИГ. 3**  
(ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ  
УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ)

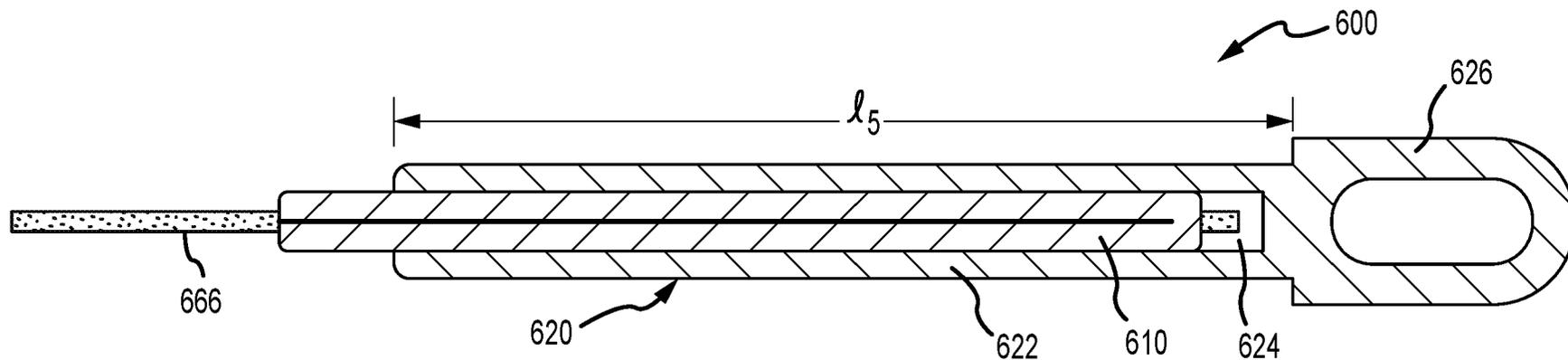




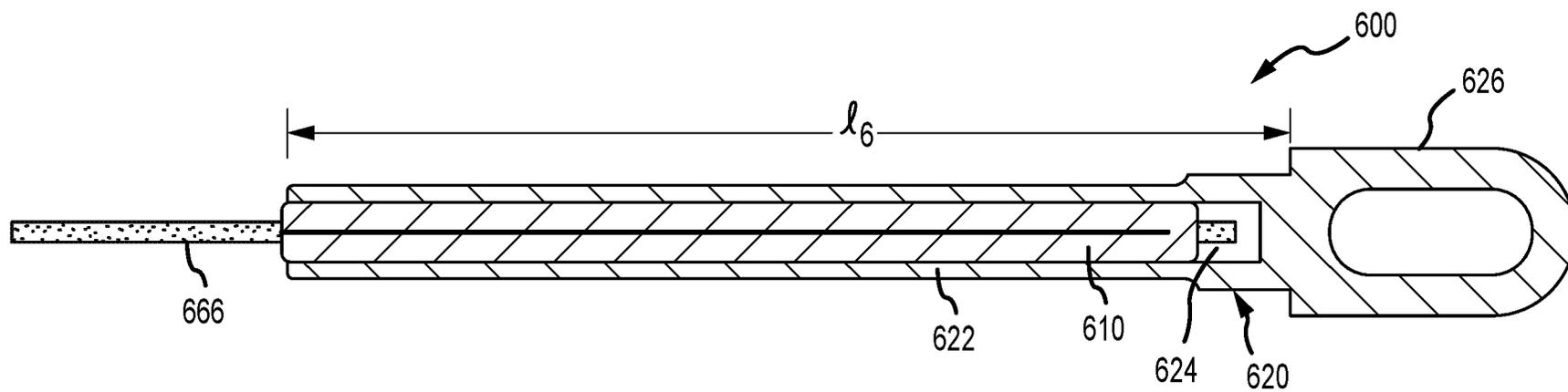
ФИГ. 5А



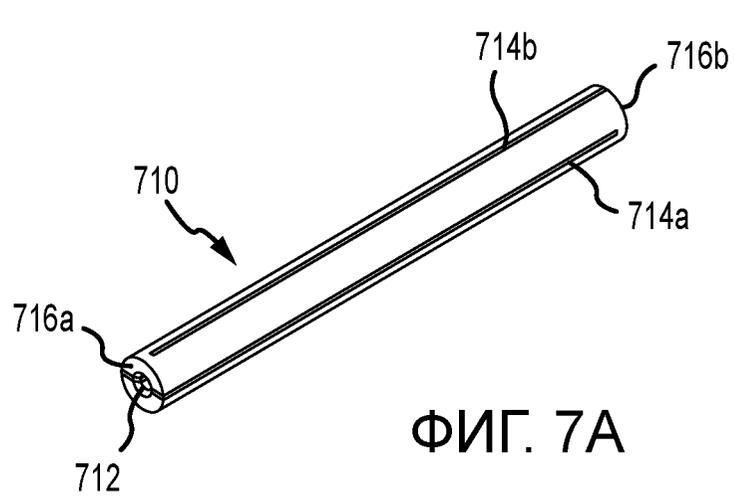
ФИГ. 5В



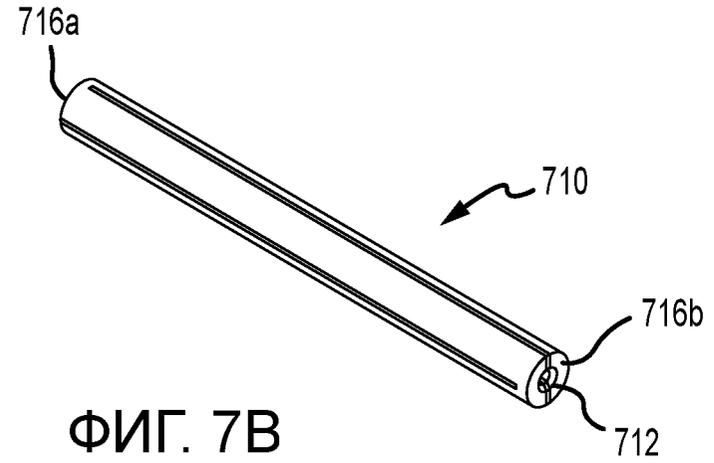
ФИГ. 6А



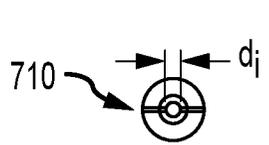
ФИГ. 6В



ФИГ. 7А



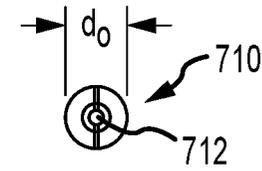
ФИГ. 7В



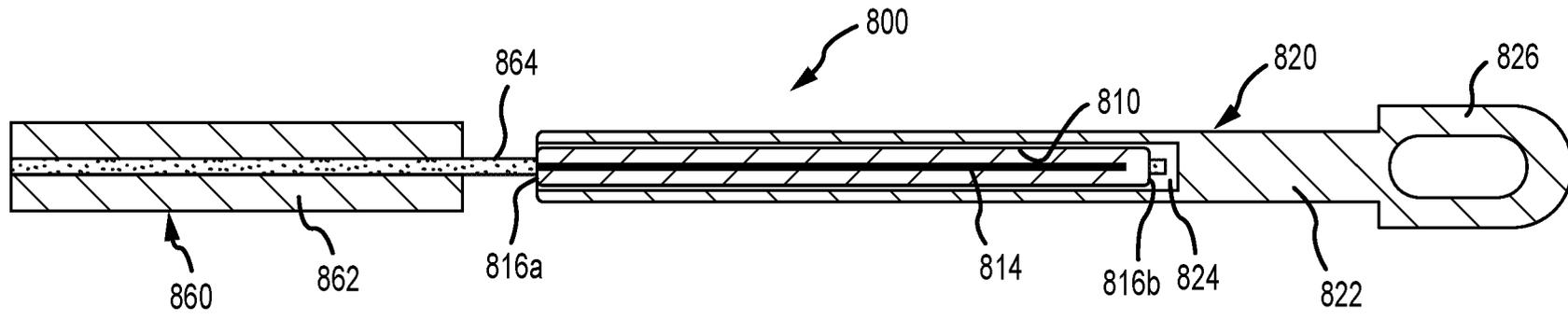
ФИГ. 7D



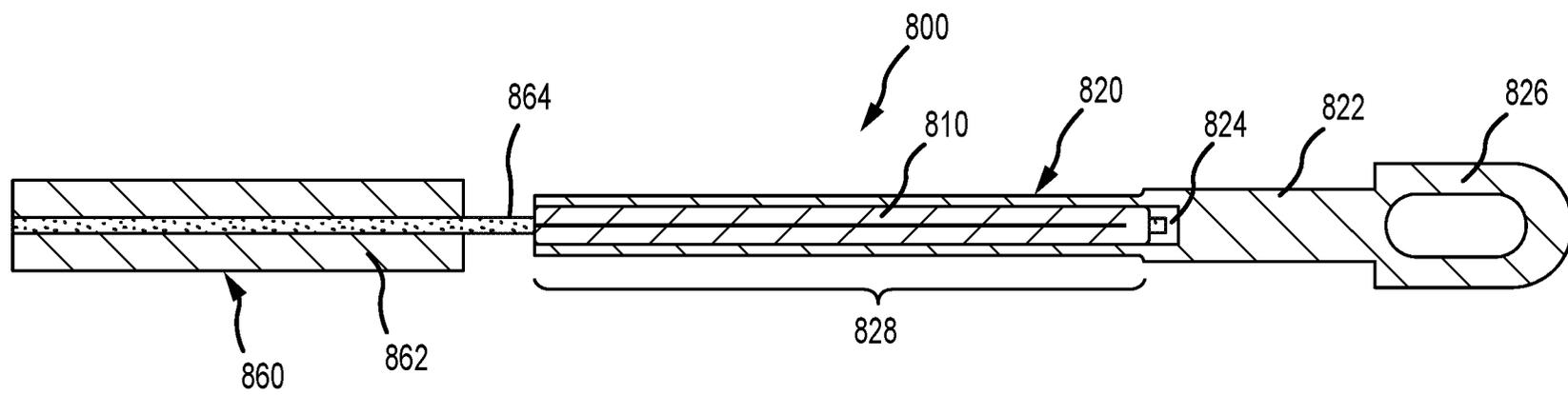
ФИГ. 7С



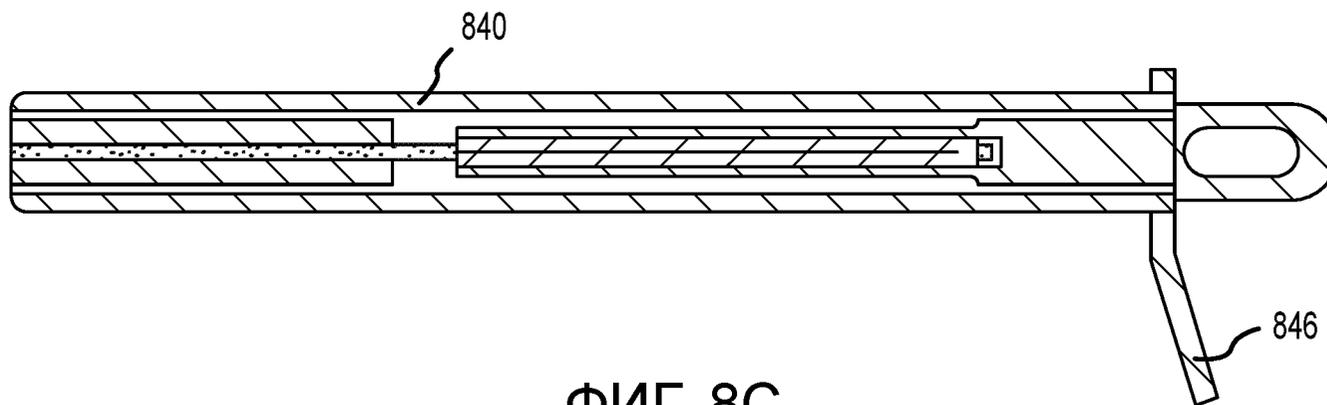
ФИГ. 7Е



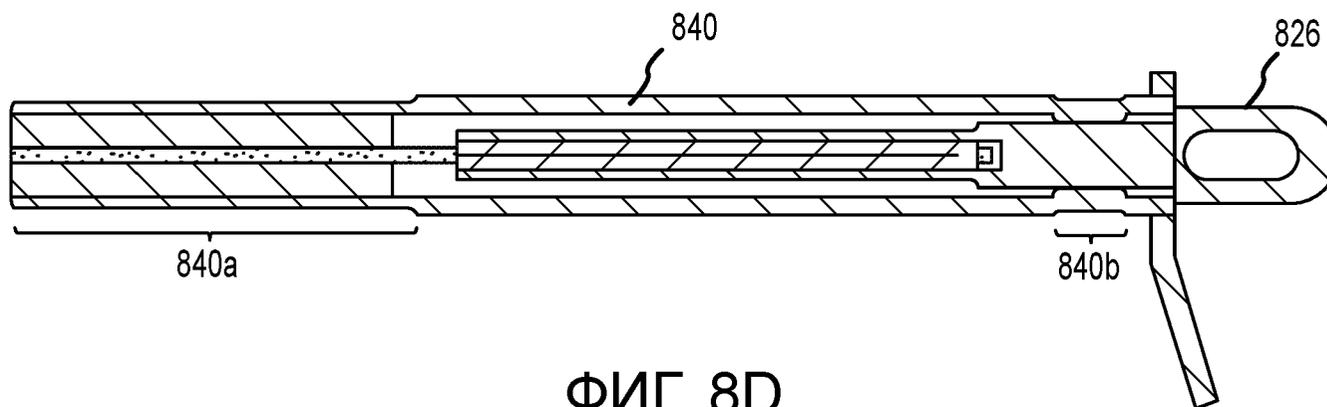
ФИГ. 8А



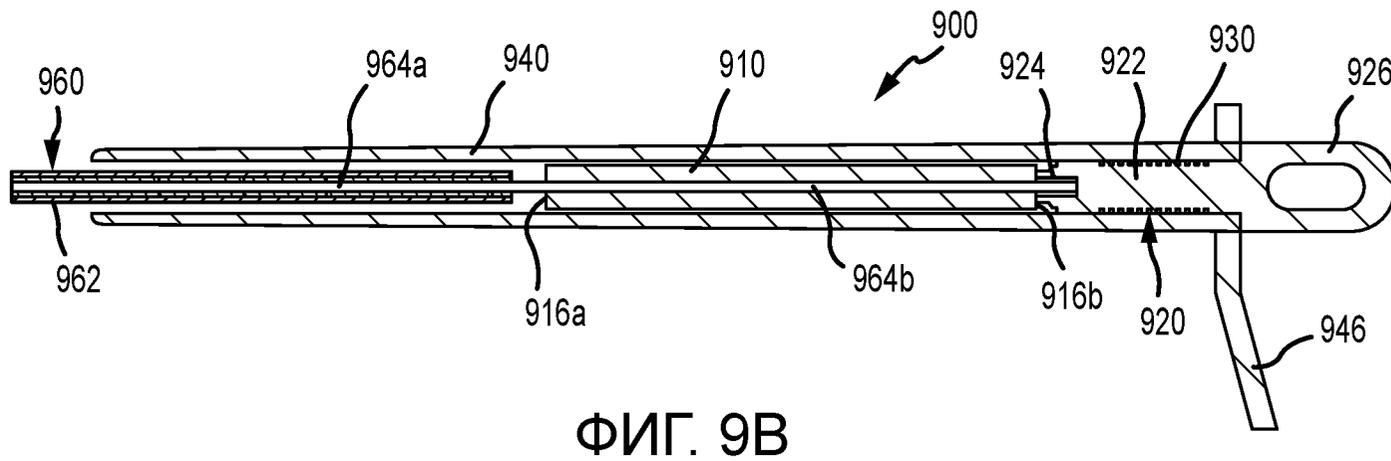
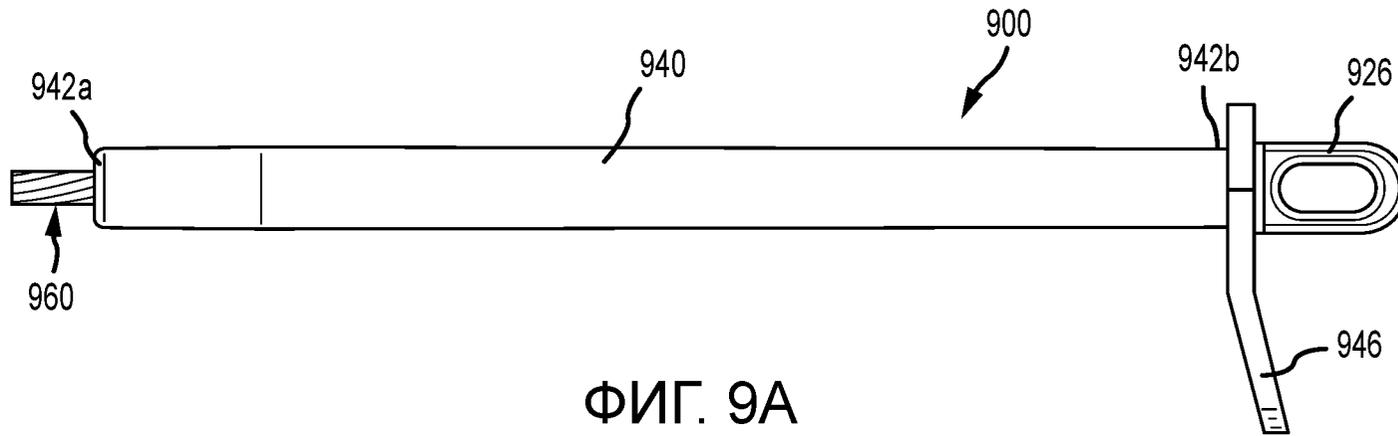
ФИГ. 8В

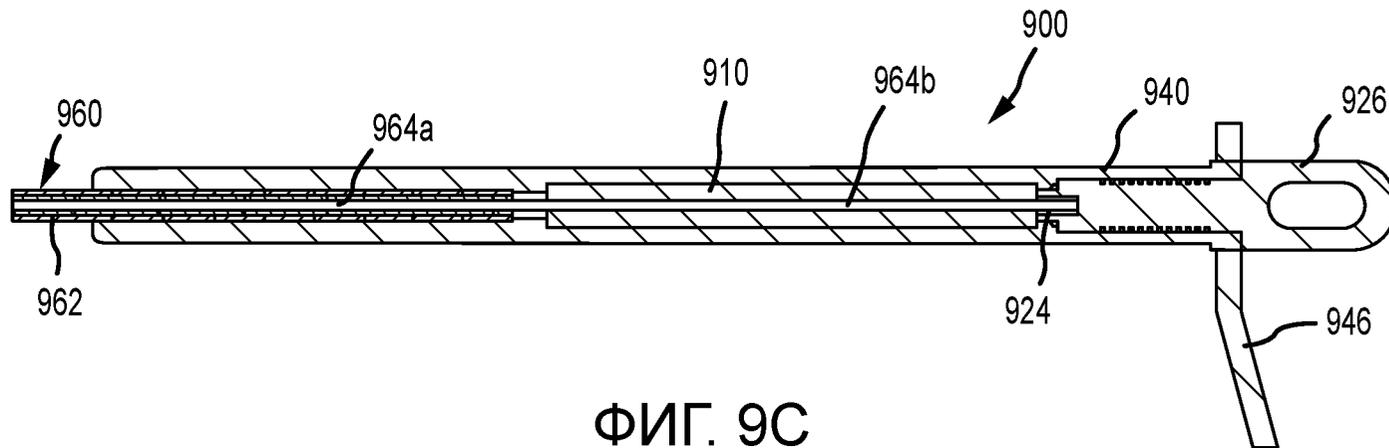


ФИГ. 8С

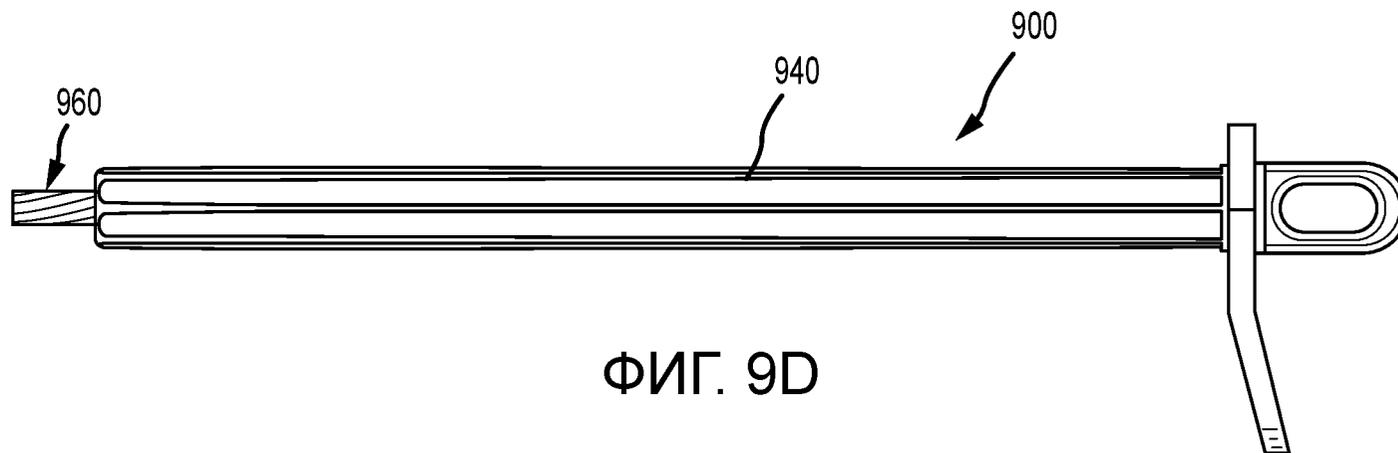


ФИГ. 8D

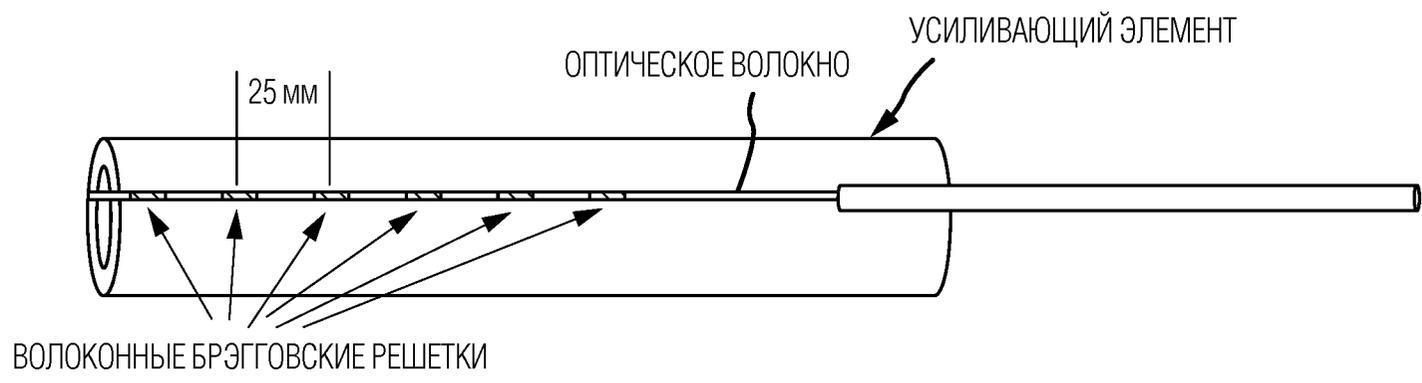




ФИГ. 9С



ФИГ. 9D



ФИГ. 10