



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

G02B 6/4401 (2022.02); G02B 6/4429 (2022.02); G02B 6/4432 (2022.02); G02B 6/4433 (2022.02); H01B 11/22 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021114633, 24.05.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.05.2021Дата регистрации:
31.10.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.05.2021

(45) Опубликовано: 31.10.2022 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

107497, Москва, ул. Бирюсинка, 6, к. 1-5, ООО
НПП "Спецкабель", генеральному директору
Лобанову Андрею Васильевичу

(72) Автор(ы):

Бычков Владимир Васильевич (RU),
Гусев Андрей Викторович (RU),
Кинареева Наталья Анатольевна (RU),
Лобанов Андрей Васильевич (RU),
Минаев Алексей Аркадьевич (RU),
Шмидт Марина Юрьевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
НПП "Спецкабель" (ООО НПП
"Спецкабель") (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: US 20120155814 A1 21.06.2012. CN
202267767 U 06.06.2012. EP 510255 A1 28.10.1992.
CN 206114980 U 19.04.2017. CN 109116497 A
01.01.2019. CN 107436470 A 05.12.2017. CN
110275259 A 24.09.2019. RU 161669 U1 27.04.2016.
US 6146789 A1 14.11.2000. SU 1838838 A3
03.08.1993.

(54) ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО В ПЛОТНОМ БУФЕРНОМ ПОКРЫТИИ, ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ КАБЕЛИ И СПОСОБЫ НАЛОЖЕНИЯ ПЛОТНОГО БУФЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОПТИЧЕСКОЕ ВОЛОКНО (ВАРИАНТЫ)

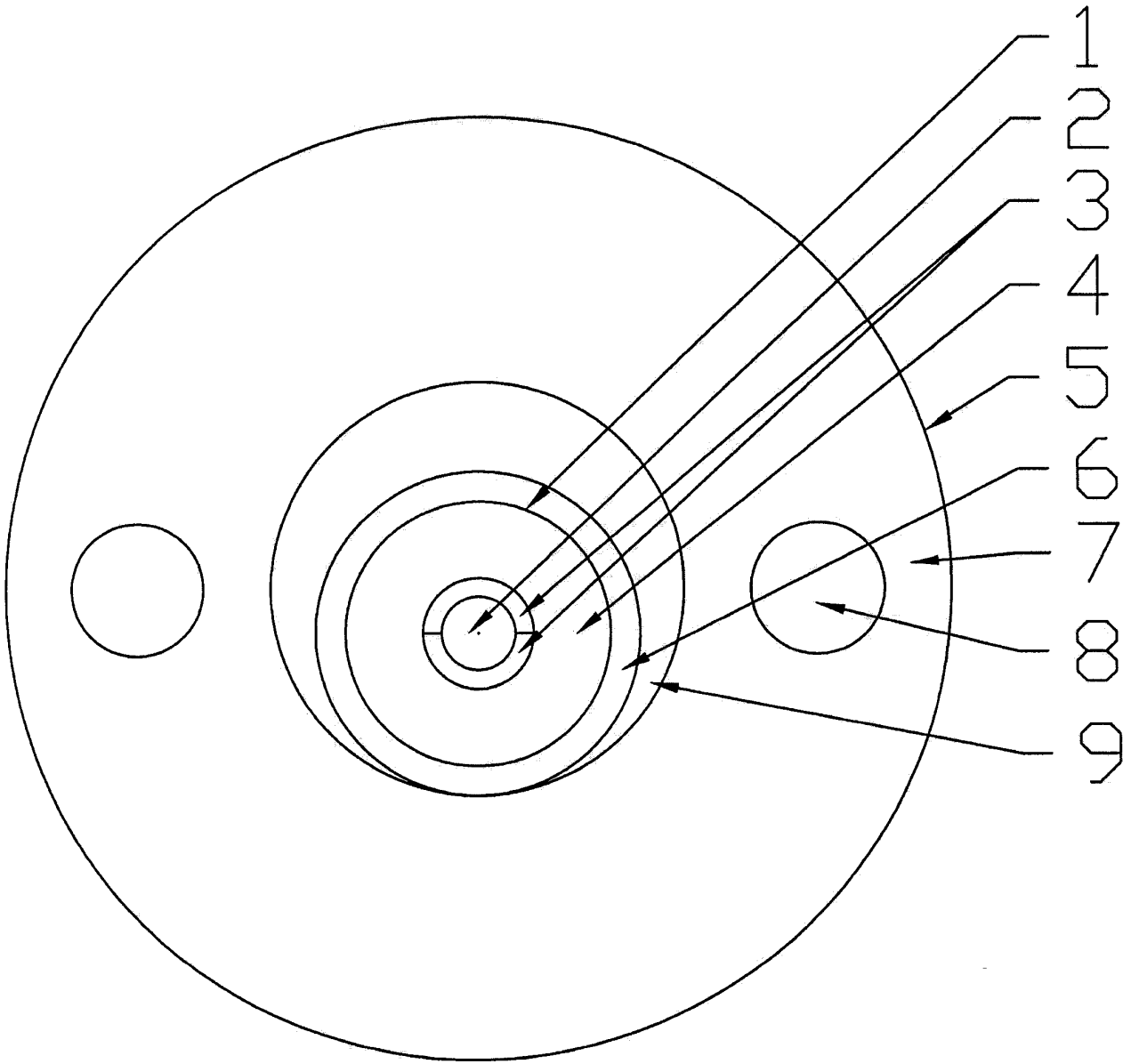
(57) Реферат:

Изобретение относится к кабельной технике, а именно: к конструкциям отдельных элементов и конструкциям волоконно-оптических кабелей в целом, предназначенным для применения в системах управления, бортовой связи и передачи информации в морских и подводных аппаратах, в различных моделях летательных и космических аппаратов, а также технологии их изготовления. Во избежание повреждения оптических волокон в процессе изготовления волоконно-оптического кабеля и при его эксплуатации принято накладывать на оптическое волокно плотное буферное покрытие. С целью защиты от образования микроизгибов при температурах от минус 50 до минус 60°C плотное буферное

покрытие наложено на оптическое волокно в первичном покрытии совместно с не менее чем одной упрочняющей нитью с суммарной линейной плотностью нитей не более 50 текс. Предложены конструкции кабелей с оптическими волокнами в таких буферных покрытиях. Даны способы наложения буферных покрытий на оптическое волокно в первичном покрытии совместно с упрочняющими нитями. Применение волоконно-оптических кабелей с плотным буферным покрытием оптических волокон позволит использовать их в мобильных аппаратах и стационарных устройствах в районах Арктики, в летательных аппаратах, предназначенных для эксплуатации в верхних слоях атмосферы и

космических аппаратах для полетов в верхних
слоях атмосферы и в космическом пространстве.
Технический результат - защита от образования

микроизгибов оптического волокна при
охлаждении до температуры от минус 50 до минус
60°С. 6 н. и 41 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 2

RU 2782677 C1

RU 2782677 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G02B 6/44 (2006.01)
H01B 11/22 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

G02B 6/4401 (2022.02); *G02B 6/4429* (2022.02); *G02B 6/4432* (2022.02); *G02B 6/4433* (2022.02); *H01B 11/22* (2022.02)

(21)(22) Application: **2021114633, 24.05.2021**

(24) Effective date for property rights:
24.05.2021

Registration date:
31.10.2022

Priority:

(22) Date of filing: **24.05.2021**

(45) Date of publication: **31.10.2022 Bull. № 31**

Mail address:

**107497, Moskva, ul. Biryusinka, 6, k. 1-5, OOO
NPP "Spetskabel", generalnomu direktoru
Lobanovu Andreyu Vasilevichu**

(72) Inventor(s):

**Bychkov Vladimir Vasilevich (RU),
Gusev Andrej Viktorovich (RU),
Kinareeva Natalya Anatolevna (RU),
Lobanov Andrej Vasilevich (RU),
Minaev Aleksej Arkadevich (RU),
Shmidt Marina Yurevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
NPP "Spetskabel" (OOO NPP "Spetskabel") (RU)**

(54) **OPTICAL FIBER IN TIGHT BUFFER COATING, FIBER-OPTIC CABLES AND METHODS FOR APPLICATION OF TIGHT BUFFER COATING TO OPTICAL FIBER (OPTIONS)**

(57) Abstract:

FIELD: cable equipment.

SUBSTANCE: invention relates to cable equipment, namely: to structures of separate elements and structures of fiber-optic cables in general intended for use in systems for control, onboard communication, and information transmission in marine and underwater vehicles, in different models of aircrafts and spacecrafts, as well as to a technology of their manufacture. For avoidance of damage to optical fibers during the manufacture of a fiber-optic cable and during its operation, it is customary to apply tight buffer coating to optical fiber. In order to protect from the formation of micro-bends at temperatures from minus 50 to minus 60°C, tight buffer coating is applied to optical fiber in primary coating together with at least one reinforcing

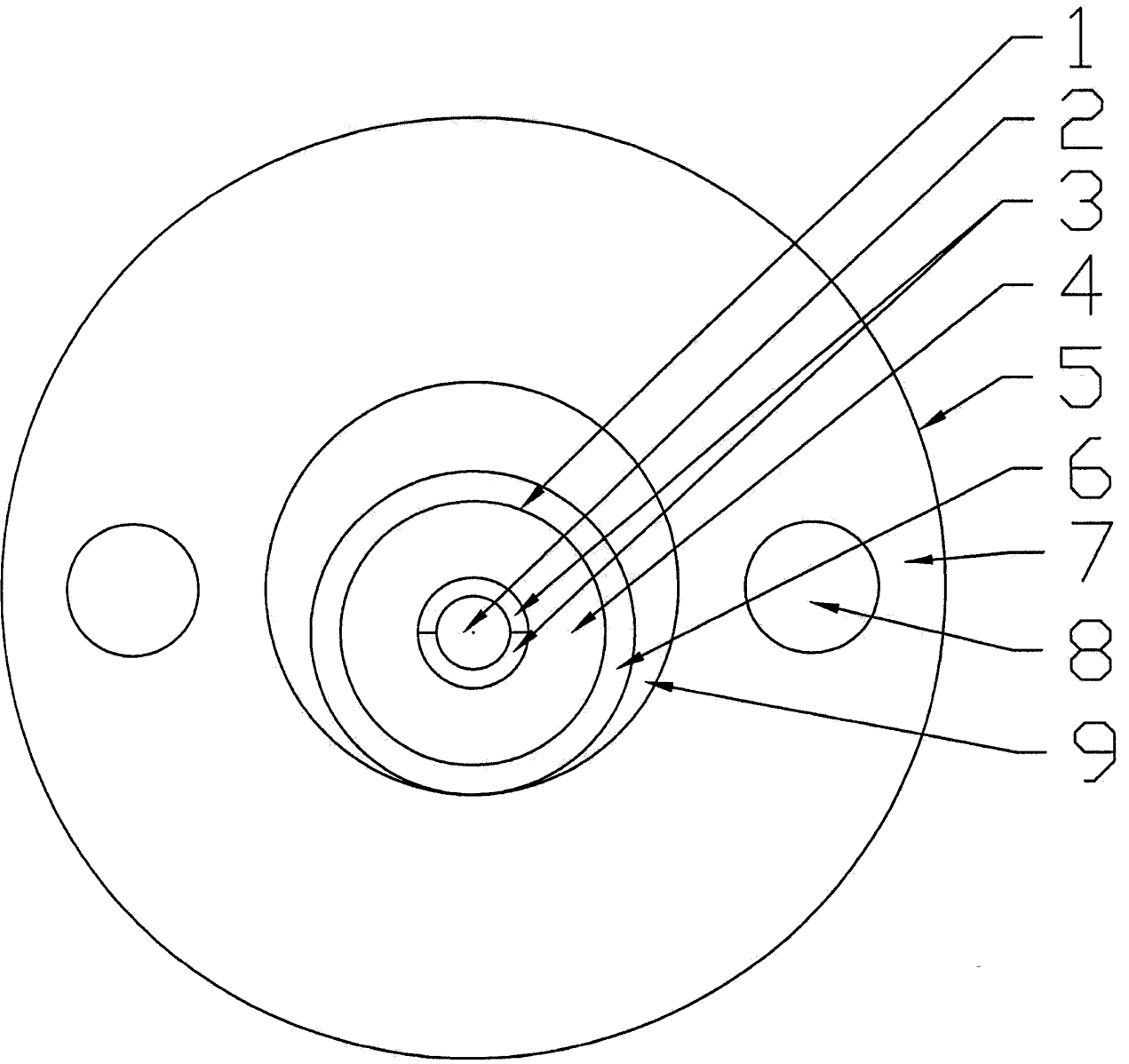
thread with total linear density of threads of no more than 50 tex. Structures of cables with optical fibers in such buffer coatings are proposed. Methods for application of buffer coatings to optical fiber in primary coating together with reinforcing threads are described. The use of fiber-optic cables with tight buffer coating of optical fibers will allow for use then in mobile devices and stationary devices in Arctic regions, in aircrafts intended for operation in upper atmospheric layers, and spacecrafts for flights in upper atmospheric layers and in the outer space.

EFFECT: protection from the formation of micro-bends of optical fiber, when cooled to a temperature from minus 50 to minus 60°C.

47 cl, 3 dwg

RU 2 782 677 C1

RU 2 782 677 C1



Фиг. 2

1. Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к кабельной технике, а именно: к конструкциям отдельных элементов и конструкциям волоконно-оптических кабелей в целом, предназначенным для применения в системах управления, бортовой связи и передачи информации в различных моделях летательных и космических аппаратов, в морских и подводных аппаратах и для решения локальных задач межобъектовой связи в подводных условиях, а также технологии их изготовления.

2. Уровень техники

Особенности технологии производства оптических волокон и кабелей с их применением заключается в защите оболочки оптического волокна от воздействия влаги и механических воздействий. Оптическое волокно преимущественно выполняется двухслойным и состоит из кварцевой сердцевины, легированной германием, и наложенной поверх нее кварцевой оболочки [1]. С целью защиты оптического волокна на период поставки на оболочку накладывают защитное покрытие из акрилатного лака, называемое первичным. Известны защитные покрытия, содержащие до трех слоев [2], например, первый слой выполнен из имеющей натуральный цвет термопластичной пластмассы, второй слой является светонепроницаемым слоем и третий внешний слой выполнен из окрашенной термопластичной пластмассы. При наложении второго слоя требуемой толщины первый слой может быть исключен и тогда оптическое волокно будет содержать первичное двухслойное покрытие.

Известен внутриобъектовый оптический кабель марки ОБАс производства ООО «ОКС-01» [3]. Кабель марки ОБАс имеет следующую конструкцию: оптическое волокно, буферное покрытие с наружным диаметром до 0,9 мм, наложенное концентрически плотно на оптическое волокно, концентрический слой упрочняющих высокомодульных нитей и наружная полимерная оболочка, имеющая круглую форму в поперечном сечении.

Кабель марки ОБАс предназначен для прокладки внутри телекоммуникационной аппаратуры и измерительного оборудования, внутри зданий и сооружений по стенам, по горизонтальным и вертикальным кабельростам, по металлоконструкциям, в защитных пластмассовых трубах, туннелях и кабельных каналах.

Чтобы не повредить оптическое волокно, наложение упрочняющих нитей производится либо продольно, либо обмоткой с достаточно большим шагом. При этом оптическое волокно с акрилатным первичным однослойным или двухслойным защитными покрытиями [1, 2], имеющее, как правило, номинальный диаметр равным 0,245 мм, сравнимо с размерами упрочняющих нитей. При изгибах готового кабеля во время монтажа и прокладки оптическое волокно может переместиться из центра к внутренней поверхности оболочки. С целью предотвращения перемещения оптического волокна в готовом кабеле из центра к краю трубки, для дополнительной защиты оптического волокна от воздействия повышенной температуры и механических нагрузок на технологических операциях, для изготовления оптических модулей с продольной и радиальной герметизацией, оптических модулей со свободной укладкой оптического волокна, оптических модулей с плотной укладкой оптического волокна, миниатюрных волоконно-оптических кабелей, на оптическое волокно накладывают дополнительно буферное покрытие, имеющее, как правило, наружный диаметр не более 0,9 мм.

Известен волоконно-оптический кабель по патенту на полезную модель RU №88820 [7].

Кабель оптический, содержащий, как минимум, одно оптическое волокно с акрилатным покрытием, буферное покрытие, упрочняющее покрытие из арамидных

нитей и наружную оболочку, отличающийся тем, что буферное покрытие выполнено из термостабильной полиамидной смолы с противопожарными наполнителями, а наружная оболочка - из смолы на основе полибутилентерефталата с противопожарными наполнителями.

5 Акрилатное покрытие оптического волокна - это первичное однослойное или двухслойное покрытие, с которым, преимущественно, поставляются на продажу оптические волокна производителями. Из рисунка к патенту следует, что буферное покрытие наложено плотно на первичное покрытие, а, значит, и на оптическое волокно.

10 В кабеле поверх буферного покрытия наложено упрочняющее покрытие из арамидных нитей, поэтому защита от внешних механических воздействий обеспечена. Однако оптическое волокно в плотном буферном покрытии не защищено от микроизгибов, возникающих при неравномерном отвердевании буферного слоя по длине кабеля при температурах (минус 50 - минус 60)°С и ниже.

15 Известны, так называемые, восходящие кабели (кабели вертикальной прокладки) [8]. Сердечник состоит из покрытого полимерной оболочкой центрального арамидного прутка, вокруг которого скручены шесть оптических волокон с первичным покрытием и наложенным поверх него плотным буферным покрытием. Поверх сердечника наложен слой упрочняющих арамидных нитей, а на него наложена оболочка из поливинилхлоридного пластика или материала с пониженной пожароопасностью
20 (обычно - полимерная композиция, не содержащая галогенов).

Оптические волокна имеют плотное буферное покрытие, которое обеспечивает дополнительную защиту от радиальных воздействий. Но восходящие кабели при условии прокладки в промышленных зданиях могут эксплуатироваться частично или полностью при условии воздействия низких температур (минус 50 - минус 60)°С. В этом случае
25 относительно толстый буферный слой способен создавать микронеоднородности (микроизгибы), приводящие к увеличению коэффициента затухания [8], что является недостатком.

Известны распределительные или отводящие кабели [8]. Они содержат сердечник, состоящий из центрального элемента в виде стеклопластикового или арамидного прутка,
30 покрытого полимерной оболочкой, вокруг которого намотаны несколько (в примере - десять) оптических волокон с первичным покрытием, на которое наложено плотное буферное покрытие, защищенное сверху слоем упрочняющих арамидных нитей. Такой кабель может быть использован, как отводящий. Это означает, что одно или несколько волокон могут быть отведены на некоторое расстояние для подключения к удаленному
35 устройству. (Поверх сердечника наложен слой упрочняющих арамидных нитей, а затем наложена полимерная влагозащитная оболочка). Арамидный слой имеет особенность цепляться за различные предметы, поэтому целесообразно поверх него на волокна в буферном покрытии и с арамидным слоем дополнительно наложить полимерную оболочку.

40 Возможно также отведение отдельных волокон за пределы помещения, где эксплуатация возможна при температуре (минус 50 - минус 60)°С. В этом случае относительно толстый буферный слой способен создавать микронеоднородности (микроизгибы), приводящие к увеличению коэффициента затухания [8].

Существуют три различающиеся технологии наложения плотных буферных покрытий:
45 наложение полимерного покрытия способом экструзии, наложение плотных буферных покрытий жидким полимерным материалом, подаваемым без давления, с термическим отверждением инфракрасными лучами и наложение плотных буферных покрытий жидким полимерным материалом, подаваемым под избыточным давлением не более

0,3 МПа с ультрафиолетовым отверждением.

Известен патент на изобретение RU №2457520 [4]. Сущность данного изобретения заключается, в основном, в предъявлении и патентовании требований к полимерному материалу для плотного буферного покрытия оптического волокна в волоконно-оптическом кабеле. Так как применяемые материалы напрямую связаны со способом переработки и наложения слоя плотного буферного покрытия, в описании патента RU №2457520 указано, что предлагаемые материалы наносят на оптическое волокно с первичным покрытием экструзионным способом с помощью экструдера с крестообразной головкой и пониженным давлением в дорне.

Особенностью экструзионного способа наложения плотного буферного покрытия является загрузка исходного материала в твердом состоянии преимущественно в виде гранул, для приведения полимера в расплавленное состояние производится нагрев в экструдере до температуры, как правило, превышающей значение 120°C, развиваемом в цилиндре экструдера давлением (5-50) МПа, в других единицах (50-500) атм, и выдавливание расплавленной массы из экструдера под давлением спадающим до нормального атмосферного, равного 0,1 МПа (1 атм) [5].

Известна установка для нанесения буферных покрытий на оптическое волокно марки OG - 510 [6] производства фирмы «Оптогир» Финляндия, в которой реализованы два других способа наложения плотного буферного покрытия на оптическое волокно с использованием исходного полимерного материала в жидком виде.

Установка марки OG - 510 позволяет наносить однослойные покрытия, как правило, на основе двухкомпонентного кремнийорганического компаунда без давления с последующим термическим отверждением с помощью инфракрасных лучей и двухслойные покрытия, как правило, на основе однокомпонентного акрилатного компаунда под избыточным давлением до 0,2 МПа с последующим отверждением при облучении световыми лучами ультрафиолетового спектра, излучаемыми светодиодными лампами.

В результате использования всех трех вышеизложенных способов получают оптические волокна с плотно наложенным полимерным слоем с наружным диаметром до 0,9 мм, отличающиеся только материалами с присущими им физическими свойствами.

Плотно наложенные покрытия имеют следующий недостаток: при понижении температуры окружающей среды до значений (минус 50 - минус 60)°C промерзание материала происходит неравномерно по длине изделия. Неравномерно промерзающее по длине оптического волокна плотное буферное покрытие приводит к образованию микроизгибов в оптическом волокне, а микроизгибы вызывают ухудшение передаточных характеристик, в частности, коэффициента затухания.

В качестве прототипа для оптического волокна с первичным полимерным покрытием, поверх которого наносится буферное покрытие, выберем оптическое волокно с первичным полимерным покрытием [4].

В качестве прототипа волоконно-оптического кабеля в плотном буферном покрытии, наложенном на оптическое волокно, с сердечником из одного или нескольких оптических волокон в плотном буферном покрытии и плотно наложенной на сердечник полимерной защитой оболочки выберем кабель оптический по патенту на полезную модель RU №88820.

В качестве прототипа волоконно-оптического кабеля с сердечником из одного или нескольких оптических волокон, каждое из которых в плотном буферном покрытии и наложенной на сердечник полимерной защитной оболочки трубкой выберем восходящий (вертикальной прокладки) кабель [8].

В качестве прототипа волоконно-оптического кабеля с общим сердечником из скрученных между собой элементарных кабелей, в каждом из которых сердечник состоит из одного или нескольких оптических волокон и полимерной защитной оболочки, упрочняющих элементов и общей влагозащитной полимерной оболочки, выберем отводящий кабель [8].

В качестве прототипа устройства для нанесения плотных буферных покрытий выберем установку марки OG-510 [6], она обеспечивает как наложение плотных буферных покрытий из естественных жидких полимеров без давления с последующим облучением инфракрасными лучами для отверждения полимера, так и наложение плотных буферных покрытий из естественных жидких полимеров с давлением до 0,3 МПа с последующим облучением световыми лучами ультрафиолетового диапазона для отверждения полимера.

3. Раскрытие сущности изобретения

Сущность предлагаемого изобретения заключается в создании способа наложения плотного буферного покрытия на оптическое волокно, создании конструкции оптического волокна в плотном буферном покрытии и конструкции волоконно-оптических кабелей с оптическим волокном в плотном буферном покрытии, защищенных от воздействия пониженной температуры окружающей среды в диапазоне до минус 60°C.

Технический результат достигается тем, что предлагается оптическое волокно в первичном полимерном покрытии с плотным буферным покрытием, причем под плотным буферным покрытием проложено совместно с оптическим волокном не менее одной упрочняющей нити, так, что упрочняющие нити преимущественно занимают положение между полимером и оптическим волокном, причем в процессе полимеризации филаменты нити застывают в полимере плотного буферного покрытия с образованием единой структуры, препятствующей появлению микроизгибов оптического волокна при охлаждении до температуры минус 60°C.

Стандартное оптическое волокно состоит из кварцевой сердцевины и кварцевой оболочки, различающихся показателем преломления. Кварцевая оболочка служит для отведения попутного потока, образующегося за счет проникновения части оптического сигнала в оболочку при нарушении условий полного внутреннего отражения.

С целью защиты от абразивного воздействия пыли и воздействия влаги, на поверхность оболочки оптического волокна, перед поставкой потребителям наносят первичное полимерное покрытие. Но это покрытие не является защитой от влияния других внешних воздействующих факторов.

В ряде случаев на оптическое волокно накладывают двухслойное первичное покрытие. Как правило, первый слой покрытия выполняют из более мягкого материала, а второй - из более жесткого. Тогда при зачистке оптического волокна от полимерных слоев, более мягкий слой легко снимается с оболочки оптического волокна. Второй слой покрытия служит для нанесения требуемой расцветки, что упрощает выбор волокна на следующей технологической операции при наложении плотного буферного покрытия. В то же время номинальные наружные диаметры оптического волокна с однослойным и двухслойным первичными покрытиями одинаковы и равны, преимущественно, 0,245 мм.

Поэтому основные физические свойства покрытий одинаковы. И называются они одинаково: первичным покрытием.

В процессе эксплуатации было установлено, что первичное покрытие не обеспечивает защиты оптического волокна от воздействия радиальных усилий. Для защиты от

воздействия на оптическое волокно радиальных усилий были разработаны конструкции с дополнительным полимерным покрытием оптического волокна, которое получило название плотный буфер. Однако было установлено, что при температурах окружающей среды ниже минус 50°C в оптических волокнах в плотном буфере наблюдается

5 увеличение оптических потерь.

Опытным путем установлено, что при воздействии на полимерные изделия температурой окружающей среды ниже минус 50°C (наиболее исследован диапазон температур (минус 50 - минус 60)°C), наблюдаются изменения формы изделий (геометрических линий и углов). Причина подобных изменений определяется

10 микроструктурой полимеров.

В дальнейших рассуждениях будем использовать обобщающий термин «полимеры», под который подпадают как кремнийорганические компаунды, преимущественно применяемые для изготовления плотных буферных покрытий с термоотверждением инфракрасными лучами, так и акрилатные компаунды, преимущественно применяемые

15 для изготовления плотных буферных покрытий с отверждением световыми лучами в ультрафиолетовом диапазоне.

Вплоть до середины прошлого века структура отвержденных полимеров представлялась как одна гигантская макромолекула [9]. Впоследствии было установлено, что вместо гигантской макромолекулы в структуру входят дискретные

20 частицы микроскопических размеров, которые тоже в общем случае называют макромолекулами, представляющими собой трехмерные микроблоки с прослойками, ответственными за низкие значения прочности.

Дальнейшее изучение микроструктуры полимеров привело к пониманию наличия колебательно-вращательных движений в отдельных цепях макромолекул. Такие цепи

25 могут содержать различное число первичных звеньев. Каждая цепь может по-разному реагировать на внешние физические воздействия.

Охлаждение полимерной трубки (в нашем случае - плотно наложенного буферного покрытия) до температуры в диапазоне (минус 50 - минус 60)°C и ниже приводит к снижению внутренней энергии твердого тела, складывающейся из колебательно-

30 вращательных движений отдельных цепей макромолекул. При этом чем меньше цепь, тем быстрее она лишается своей энергии, и в результате она замирает в каком-то промежуточном состоянии. Вследствие чего на внутренней поверхности буферной трубки образуются микровыступы, приводящие к случайным микроизгибам оптического волокна. При более высоких температурах наличие колебательно-вращательных

35 движений отдельных цепей приводит к выравниванию поверхности трубки за счет смещения подвижного участка цепи. Первичное покрытие оптического волокна слишком тонкое по сравнению с буферным покрытием, поэтому оно не может защитить оптическое волокно от микроизгибов.

Согласно [8] наличие микроизгибов в оптическом волокне является реальной

40 причиной увеличения потерь оптического излучения, передаваемого по оптическому волокну.

Если одновременно с оптическим волокном в фильеру поступает не менее одной упрочняющей нити, то нить за счет присущего ей свойства «настильности» расплющивается (принимает плоскую форму с малой толщиной) и обволакивает

45 оптическое волокно. Поступающий в фильеру полимер в жидком состоянии занимает свободное пространство в фильере, в таком виде выходит из фильеры в пространство печи, где под облучением инфракрасными лучами затвердевает. Жидкий полимер в процессе затвердевания включает в себя филаменты (единичные ворсинки нити), в

результате чего полимер с нитью образуют композитный материал.

Для этой цели выбирают, например, арамидные или базальтовые или кремнеземные, или углеродные нити. Они обладают свойством «настильности», имеют относительно высокую линейную плотность и состоят из коротких филаментов, которые, вдаваясь в застывающий полимер, позволяют создавать композитный материал. Такой композитный материал относят к материалам с измененным поверхностным слоем [10].

Суммарная линейная плотность нитей должна быть не более 50 текс, что обусловлено ограничением наружного диаметра плотного буферного покрытия, равного не более 0,9 мм. Свойство «настильности» изменяет пространственную конфигурацию площади сечения нити, но не изменяет номинальное значение ее линейной плотности. Поэтому при превышении нормируемого значения суммарной линейной плотности нитей (50 текс), полимер перестает поступать в фильеру или за счет трения о край фильеры, происходит обрыв упрочняющей нити и оптического волокна.

Если застывание участка цепи макромолекулы происходит с образованием композитного материала, то процесс застывания выглядит иначе: застывающий отдельный участок уже не выпирает из внутренней поверхности буферной трубки, он упирается в нить, частично встроенную в поверхность полимера. При этом натягивается нить с обеих сторон от точки приложения усилия, которое создается застывающим участком цепи макромолекулы, и натягивающаяся нить препятствует возникновению выступа в сторону оптического волокна. При охлаждении микроизгиб оптического волокна не возникает, и, соответственно, не происходит увеличение коэффициента затухания (оптических потерь) в оптическом волокне. Что и является подтверждением достижения технического результата.

Целесообразно выбирать упрочняющие нити под плотное буферное покрытие из следующего ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или кремнеземные, и/или углеродные, как имеющие филаменты. Филаментами называются короткие отрезки элементарных волокон, которые, как правило, выделяются из основной структуры нити. Наличие филаментов позволяет обеспечить соединение нити с полимером.

Выбор конкретного типа нитей определяется их разрывной прочностью, линейной плотностью, технологичностью и стоимостью при разработке конкретной конструкции волоконно-оптического кабеля.

Технический результат достигается тем, что предлагаемый волоконно-оптический кабель состоит из сердечника, включающего не менее одного оптического волокна в плотном буферном покрытии, и плотно наложенной полимерной защитной оболочки, а оптическое волокно с первичным полимерным покрытием выполнено с плотно наложенным буферным покрытием на группу элементов, состоящих из оптического волокна и не менее одной упрочняющей нити с суммарной линейной плотностью нитей не более 50 текс.

Волоконно-оптический кабель предусмотрен для установки на мобильных средствах передвижения, на которых волоконно-оптический кабель прокладывается в момент изготовления самих средств передвижения в производственных условиях, и в процессе монтажа какие-либо механические воздействия отсутствуют. Особенностью таких кабелей является минимизация массогабаритных параметров. Монтаж производится таким образом, что в процессе эксплуатации какие-либо значимые механические воздействия на кабель также отсутствуют. На кабель воздействует только пониженная рабочая температура в диапазоне до (минус 50 - минус 60)°С. Если выбрано оптическое волокно в плотном буферном покрытии по п. 1, то такой кабель будет работоспособен

в диапазоне температур до (минус 50 - минус 60)°С. А это и является подтверждением достижения технического результата.

Если условия прокладки кабеля с плотно наложенной оболочкой и сердечником с одним оптическим волокном с плотно наложенным буферным покрытием (здесь и
5 далее при распространении требования на оба типа кабеля с плотно наложенной полимерной защитной оболочкой и полимерной защитной оболочкой наложенной трубкой будем сокращенно писать: оптическое волокно с плотно наложенным буферным покрытием) требуют приложения значительных растягивающих или изгибающих усилий, то целесообразно поверх сердечника параллельно ему или обмоткой по спирали
10 наложить не менее одной упрочняющей нити. Линейная плотность нити или нитей определяется расчетом, исходя из значений прилагаемой нагрузки.

Целесообразно выбирать упрочняющие нити для прокладки поверх сердечника из следующего ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные. Выбор между ними производится на основании
15 стоимости, технологичности, разрывной прочности, линейной плотности и нераспространения горения.

Если необходимо придать жесткость сердечнику кабеля с плотно наложенной оболочкой или оболочкой наложенной трубкой при числе оптических волокон с плотным буферным покрытием, два или более в сердечнике или поверх сердечника
20 целесообразно дополнительно проложить в любом сочетании упрочняющие нити и/или диэлектрические прутки. Так с целью устойчивости в центре сердечника целесообразно проложить диэлектрический пруток, а с целью смягчения радиальной нагрузки на оптические волокна необходимо наложить повив из упрочняющих нитей
25 поверх каждого оптического волокна и/или защитный повив из упрочняющих нитей вокруг всех оптических волокон.

Упрочняющие нити целесообразно выбирать из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные, а диэлектрические прутки выбирать из ряда: арамидные, и/или стеклопластиковые, и/или из
30 сверхвысокомодульного полиэтилена. При этом выбор упрочняющих нитей и диэлектрических прутков основан на стоимости, технологичности, разрывной прочности, линейной плотности (для нитей) и нераспространения горения.

С целью предотвращения поперечного растрескивания полимерной защитной оболочки под воздействием многократных растягивающих усилий, приложенных к кабелю, целесообразно в полимерную защитную оболочку дополнительно внедрить
35 продольно не менее одной упрочняющей нити.

Упрочняющие нити целесообразно выбирать из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные.

Выбор между ними производится на основании стоимости, технологичности, разрывной прочности, линейной плотности и нераспространения горения.

40 При необходимости обеспечения продольной жесткости кабеля целесообразно в полимерную защитную оболочку дополнительно продольно внедрить не менее одного диэлектрического прутка.

Диэлектрические прутки целесообразно выбирать из ряда: арамидные, и/или стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена. Выбор между ними
45 производится на основании стоимости, разрывной прочности, и нераспространения горения.

Для улучшения технологичности оснащения кабеля соединителями целесообразно в полимерную защитную оболочку внедрить продольно не менее двух разнородных

элементов в виде упрочняющей нити и диэлектрического прутка.

Упрочняющие нити целесообразно выбрать из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные, а диэлектрические прутки из ряда: арамидные, и/или стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена. При этом выбор конкретной упрочняющей нити производится на основании стоимости, технологичности, разрывной прочности, линейной плотности и нераспространения горения, а выбор конкретного диэлектрического прутка производится на основании стоимости, разрывной прочности, и нераспространения горения.

Технический результат достигается тем, что волоконно-оптический кабель состоит из сердечника, включающего не менее одного оптического волокна в плотном буферном покрытии и свободно наложенной на сердечник полимерной защитной оболочки в виде трубки, свободное пространство которой заполнено воздухом, а оптическое волокно с первичным полимерным покрытием выполнено с плотно наложенным буферным покрытием на группу элементов, состоящих из оптического волокна и не менее одной упрочняющей нити с суммарной линейной плотностью нитей не более 50 текс.

Кабель вертикальной прокладки специально натягивается на отдельных участках. Это натяжение частично передается на оптическое волокно. Встроенные упрочняющие нити принимают часть нагрузки на себя. В то же время часть кабеля находится в подвальных помещениях, где на него воздействуют в ряде регионов минимальные температуры окружающей среды (минус 50 - минус 60)°С, в этом случае встроенные под плотное буферное покрытие упрочняющие нити препятствуют появлению при таких температурах микроизгибов, а, следовательно, увеличению коэффициента затухания. Что и является подтверждением достижения технического результата.

Если условия прокладки кабеля с плотно наложенной оболочкой или оболочкой наложенной трубкой и сердечником с одним оптическим волокном с плотно наложенным буферным покрытием требуют приложения значительных растягивающих или изгибающих усилий, то целесообразно поверх сердечника параллельно ему или обмоткой по спирали наложить не менее одной упрочняющей нити. Линейная плотность нити или нитей определяется расчетом, исходя из значений прилагаемой нагрузки.

Целесообразно выбирать упрочняющие нити для прокладки поверх сердечника из следующего ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные. Выбор между ними производится на основании стоимости, технологичности, разрывной прочности, линейной плотности и нераспространения горения.

Если необходимо придать жесткость сердечнику кабеля с оболочкой наложенной трубкой при числе оптических волокон с плотным буферным покрытием, два или более в сердечнике или поверх сердечника целесообразно дополнительно проложить в любом сочетании упрочняющие нити и/или диэлектрические прутки. Так с целью устойчивости в центре сердечника целесообразно проложить диэлектрический пруток, а с целью смягчения радиальной нагрузки на оптические волокна необходимо наложить повив из упрочняющих нитей поверх каждого оптического волокна и/или защитный повив из упрочняющих нитей вокруг всех оптических волокон.

Упрочняющие нити целесообразно выбирать из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные, а диэлектрические прутки выбирать из ряда: арамидные, и/или стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена. При этом выбор упрочняющих нитей и диэлектрических прутков основан на стоимости, технологичности, разрывной прочности,

линейной плотности (для нитей) и нераспространения горения.

С целью предотвращения поперечного растрескивания полимерной защитной оболочки под воздействием многократных растягивающих усилий, приложенных к кабелю, целесообразно дополнительно в полимерную защитную оболочку внедрить
5 продольно не менее одной упрочняющей нити.

Упрочняющие нити целесообразно выбирать из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные. Выбор между ними производится на основании стоимости, технологичности, разрывной прочности, линейной плотности и нераспространения горения.

10 При необходимости обеспечения продольной жесткости кабеля целесообразно в полимерную защитную оболочку дополнительно продольно внедрить не менее одного диэлектрического прутка.

Диэлектрические прутки целесообразно выбирать из ряда: арамидные, и/или стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена. Выбор между ними
15 производится на основании стоимости, разрывной прочности, и нераспространения горения.

Для улучшения технологичности оснащения кабеля соединителями целесообразно в полимерную защитную оболочку внедрить продольно не менее двух разнородных элементов в виде упрочняющей нити и диэлектрического прутка.

20 Упрочняющие нити целесообразно выбрать из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные, а диэлектрические прутки из ряда: арамидные, и/или стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена. При этом выбор конкретной упрочняющей нити производится на основании стоимости, технологичности, разрывной прочности, линейной плотности и
25 нераспространения горения, а выбор конкретного диэлектрического прутка производится на основании стоимости, разрывной прочности, и нераспространения горения.

Если в процессе монтажа или эксплуатации кабель может подвергаться значительным рывкам, то в оболочку целесообразно дополнительно внедрить продольно не менее
30 двух металлических проволок. Проволоки выбирают из ряда: оцинкованная сталь, нержавеющая сталь или бериллиевая бронза.

Как правило, применяют проволоки из оцинкованной стали. Если кабель работает в условиях воздействия магнитных полей и требуется, чтобы проволоки имели минимальное значение относительной магнитной проницаемости, то применяют
35 проволоки из нержавеющей стали. Если нужно, чтобы относительная магнитная проницаемость была близка к единице, то применяют проволоки из бериллиевой бронзы. Однако проволоки из бериллиевой бронзы более жесткие и их наложение технологически более сложно.

Если принципиально возможно попадание воды в сердечник кабеля, то целесообразно свободное пространство трубки в кабеле со свободным наложением оболочки заполнить гидрофобным наполнителем, герметиком или водоблокирующими материалами в виде порошка и/или нитей, и/или лент. Выбор конкретного материала обусловлен
40 обеспечением кабелем требуемого продольного давления и имеющимся технологическим оборудованием.

45 При необходимости защиты кабеля со свободным наложением оболочки от раздавливающих усилий в совокупности с ударными усилиями, целесообразно на кабель наложить броню из металлических лент с перекрытием. При больших диаметрах кабелей применяют обмотку лентами по спирали с перекрытием, при меньших диаметрах

кабелей применяют наложение металлополимерной ленты продольно с перекрытием с предварительным гофрированием. При этом гофрирование позволяет обеспечить устойчивость кабеля к изгибам и предотвратить краевое растрескивание ленты брони.

5 Для повышения гибкости кабеля броню накладывают из круглых металлических проволок. При небольшом количестве изгибов или больших диаметрах кабелей броню накладывают обмоткой. При многократных изгибах и малых диаметрах кабелей целесообразно наложение брони оплеткой.

10 Как правило, под броней существует единое воздушное пространство. В случае, если под броню возможно попадание воды, то целесообразно под броню накладывать водоблокирующие материалы в виде лент и/или нитей и/или порошка в зависимости от типа брони. Так при наложении ленточной брони обмоткой и круглой проволочной брони оплеткой целесообразно накладывать водоблокирующие ленты. При наложении брони обмоткой проволоками целесообразно использовать водоблокирующие нити. При продольном наложении ленточной брони целесообразно использовать

15 водоблокирующий порошок.

При отсутствии сильных магнитных полей целесообразно использовать стальные оцинкованные ленты брони. При условии воздействия слабых магнитных полей для брони выбирают ленты стальные нержавеющие. Но при условии воздействия сильных магнитных полей сталь сильно нагревается, что может повредить полимерный защитный

20 шланг и полимерную защитную оболочку. В таких условиях целесообразно применять ленты из бериллиевой бронзы.

При наложении проволочной брони обмоткой или оплеткой целесообразно проволоки выполнить круглыми стальными оцинкованными, стальными нержавеющими или из бериллиевой бронзы.

25 Преимущественно, проволоки брони выполняют стальными оцинкованными. Если нужны проволоки с низким значением относительной магнитной проницаемости, то их изготавливают стальными нержавеющими. Если же относительная магнитная проницаемость должна быть примерно равной единице, то проволоки изготавливают из бериллиевой бронзы.

30 Если необходимо обеспечение ровной поверхности брони для совмещения с входным отверстием коннектора, целесообразно выполнить проволоки брони плоскими с двумя выступами: с одной стороны, сверху, с другой стороны, снизу. Тогда при наложении обмоткой каждая последующая проволока своим выступом сверху накрывает выступ снизу предыдущей проволоки. Таким образом, получается равномерно округлая

35 поверхность.

Если кабель предназначен для дуплексной связи, целесообразно разделить сердечник кабеля на две части, по одной из которых будет передаваться информация в одном направлении, а по другой - в обратном. Соединитель на входе в аппаратуру будет оптимальным образом представлять сдвоенный соединитель на каждом конце кабеля,

40 тогда кабель целесообразно выполнить имеющим в поперечном сечении форму восьмерки. Упрочняющие нити в таком кабеле могут быть проложены не только в каждом канале с оптическими волокнами, но и в месте соединения обеих оболочек.

Целесообразно выбирать упрочняющие нити для прокладки параллельно оптическому волокну из следующего ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или

45 стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные. Выбор между ними производится на основании стоимости, технологичности, разрывной прочности, линейной плотности и нераспространения горения.

Технический результат достигается тем, что предлагается волоконно-оптический

кабель, состоящий из общего сердечника, включающего несколько волоконно-оптических кабелей, скрученных между собой, свободно наложенной на общий сердечник общей полимерной защитной оболочки в виде трубки, которая заполнена воздухом или гидрофобным наполнителем, или герметиком. При этом волоконно-оптические кабели в общем сердечнике выполнены каждый с сердечником, содержащим не менее одного волокна с плотным буферным покрытием, наложенным на оптическое волокно совместно с не менее чем одной упрочняющей нитью с суммарной линейной плотностью нитей не более 50 текс и наложенной на сердечник полимерной защитной оболочкой либо плотно, либо трубкой со свободным пространством, заполненным воздухом. Свободное пространство в трубке (оболочке) может быть заполнено воздухом, если кабель эксплуатируется в воздушной среде, гидрофобным наполнителем, если кабель эксплуатируется, хотя бы частично, в воде и герметиком, если кабель эксплуатируется в воде под большим давлением. В этом случае кабели, из которых состоит сердечник, также используют с гидрофобным наполнителем или герметиком под собственной оболочкой. По условиям прокладки на части кабеля общая оболочка снимается, а далее волоконно-оптические кабели из сердечника прокладываются независимо друг от друга и от условий окружающей среды. Поэтому они могут испытывать на себе воздействие пониженной рабочей температуры (минус 50 - минус 60)°С. При охлаждении плотного буферного покрытия в таком диапазоне температур происходит снижение внутренней энергии полимера буферного покрытия, но возникающие при этом застывшие участки цепей упираются в упрочняющие нити, нити натягиваются и предотвращают образование случайных микроизгибов оптического волокна. Что и является достижением технического результата.

При наличии раздавливающих усилий целесообразно в центре скрутки проложить формообразующий стеклопластиковый пруток.

При необходимости защиты кабеля со свободным наложением оболочки от раздавливающих усилий в совокупности с ударными усилиями, целесообразно на кабель наложить броню из металлических лент с перекрытием.

При больших диаметрах кабелей применяют обмотку лентами по спирали с перекрытием, при меньших диаметрах кабелей применяют наложение металлополимерной ленты продольно с перекрытием с предварительным гофрированием. При этом гофрирование позволяет обеспечить устойчивость кабеля к изгибам и предотвратить краевое растрескивание ленты брони.

Для повышения гибкости кабеля броню накладывают из круглых металлических проволок. При небольшом количестве изгибов или больших диаметрах кабелей броню накладывают обмоткой. При многократных изгибах и малых диаметрах кабелей целесообразно наложение брони оплеткой.

Как правило, под броней существует единое воздушное пространство. В случае, если под броню возможно попадание воды, то целесообразно под броню накладывать водоблокирующие материалы в виде лент, нитей или порошка в зависимости от типа брони. Так при наложении ленточной брони обмоткой и круглой проволочной брони оплеткой целесообразно накладывать водоблокирующие ленты. При наложении брони обмоткой проволоками целесообразно использовать водоблокирующие нити. При продольном наложении ленточной брони целесообразно использовать водоблокирующий порошок.

Металлические ленты брони целесообразно выбрать из ряда: стальные оцинкованные, стальные нержавеющие или из бериллиевой бронзы.

При отсутствии сильных магнитных полей целесообразно использовать стальные

оцинкованные ленты брони. Но при условии воздействия сильных магнитных полей сталь сильно нагревается, что может повредить полимерный защитный шланг и полимерную защитную оболочку. В таких условиях целесообразно применять ленты из бериллиевой бронзы. Стальные нержавеющие ленты целесообразно использовать в условиях возможного коррозионного воздействия.

Преимущественно, проволоки брони выполняют стальными оцинкованными. Если нужны проволоки с низким значением относительной магнитной проницаемости, то их изготавливают стальными нержавеющими. Если же относительная магнитная проницаемость должна быть примерно равной единице, то проволоки изготавливают из бериллиевой бронзы.

Если ставится условие, чтобы бронированный кабель был поверхностно цилиндрически симметричным, целесообразно чтобы проволоки брони были выполнены плоскими с двумя выступами: с одной стороны, сверху, а с другой стороны, снизу, так, что при обмотке верхний выступ одной проволоки накрывает нижний выступ смежной с ней проволоки.

Технический результат достигается тем, что предлагается способ наложения плотного буферного покрытия, заключающийся в том, что при прохождении оптического волокна через фильеру в нее без давления подается полимер в естественном жидком состоянии с последующим термическим отверждением инфракрасными лучами, причем одновременно с оптическим волокном через фильеру подается не менее одной упрочняющей нити так, что упрочняющие нити преимущественно занимают положение между полимером и оптическим волокном, филаменты нити застывают в полимере плотного буферного покрытия с образованием единой структуры, препятствующей появлению микроизгибов оптического волокна при охлаждении до температуры минус 60°C, и получают на выходе после отверждения полимера оптическое волокно с буферным покрытием по п. 1.

Как указывалось ранее, известны три способа наложения плотного покрытия на оптическое волокно. Рассмотрим первый и второй способы.

Согласно описанию к патенту на изобретение RU №2457520 [4], нанесение плотного буферного слоя производят экструзией полимерного материала вокруг оптического волокна с помощью экструдера с крестовой головкой и вакуумированием дорна. Внутренний размер дорна 0,45 мм, наружный - 0,9 мм.

Как следует из размеров дорна и применения вакуумирования, используется способ экструзионного наложения, называемый «трубкой» или «без обжатия» [11]. В этом случае «носик» дорна выставляется на уровень среза матрицы или чуть далее. Стекающий по поверхности дорна поток полимера приобретает форму полого конуса, сходящегося через некоторое время к круглой трубке за счет вытяжки. Под воздействием вакуумирования конус быстрее притягивается к заготовке удаляемым через нее воздухом через дорн. В качестве заготовки выступает оптическое волокно. Охлаждение полимера буферного покрытия происходит с двух сторон: снаружи поверхность охлаждается сначала воздухом окружающей среды, а затем водой в ванне охлаждения, изнутри поверхность охлаждается при контакте с оптическим волокном, поступающим в дорн с температурой окружающей среды.

В предлагаемом изобретении заготовкой являются параллельно поступающие упрочняющая нить и оптическое волокно. В остальном все происходит так же, как и при использовании в виде заготовки одного оптического волокна: выходящая из экструдера трубка обладает двумя сформировавшимися поверхностями: наружной и внутренней, что препятствует внедрению филаментов в тело трубки и, тем самым, не

обеспечивает образование композитного материала.

Таким образом, при наложении буферного покрытия экструзионным способом оптическое волокно с одной упрочняющей нитью с буферным покрытием представляет собой в сечении фигуру, напоминающую восьмерку. При использовании нескольких упрочняющих нитей получаем в сечении несимметричную фигуру. Соответственно, при воздействии пониженной температуры (минус 50 - минус 60)°С и ниже, свойства таких конструкций с одной и несколькими упрочняющими нитями будут проявляться также несимметрично, что приведет к затуханию сигнала, передаваемого по оптическому волокну.

При подаче полимерного компаунда в естественном жидком виде в фильеру без давления по предлагаемому способу жидкость затекает во все свободные участки нити и обволакивает отдельные филаменты. Отверждение происходит за счет облучения наружной поверхности буферного покрытия инфракрасными лучами. Отверждение начинается с поверхности послойно. При этом, отдельные филаменты затвердевают в полимере буферного покрытия. Кроме того, на основную массу нити в процессе отвердевания действуют радиальные усилия, которые расплющивают нить за счет настильности вокруг оптического волокна. В сечении такого оптического волокна в буферном покрытии внешняя поверхность представляет собой окружность, а внутренняя поверхность представляет собой овал, но при этом следует учитывать, что упрочняющая нить встроена в полимер буферного покрытия, которое становится композитным материалом, но не связана физическими силами с оптическим волокном.

При использовании нескольких упрочняющих нитей, встраиваемых в полимер, внутренняя поверхность в сечении выглядит как кривая, близкая к окружности. При этом упрочняющие нити встроены в полимер буферного покрытия и не связаны с оптическим волокном. Таким образом, полимер буферного покрытия реагирует на низкотемпературные воздействия до (минус 50 - минус 60)°С, как композитный материал с повышенной прочностью.

Застывающие участки цепей макромолекул упираются во внутреннюю поверхность композитного материала, который не допускает их появления во внутренней части буферной трубки, возникновения микроизгибов оптического волокна с увеличением коэффициента затухания передаваемых сигналов. А это и является подтверждением достижения технического результата.

При прокладке двух или более упрочняющих нитей, с целью выдерживания симметрии подачи упрочняющих нитей по отношению к оптическому волокну, целесообразно перед подачей в фильеру пропускать упрочняющие нити через направляющую розетку. Направляющая розетка предупредит сбивание нитей в одну сторону от оптического волокна и, тем самым, не допустит ослабление конструкции за счет изменения взаиморасположения конструктивных элементов относительно друг друга.

При изгибе кабеля прямолинейно наложенные нити получают в зависимости от пространственного расположения в конструкции плотного буферного покрытия различную нагрузку. Условие встроенности нитей в буферное покрытие не снимает различие нагрузки на нити, лежащие в геометрически различающихся местах. С целью обеспечения равномерной нагрузки на упрочняющие нити целесообразно обеспечить волновую скрутку упрочняющих нитей вокруг оптического волокна, придав розетке колебательно- вращательное движение. При этом следует ограничить угол оборота в одну сторону с целью предотвращения перепутывания до 270°. Кроме того, следует ограничить скорость вращения значением не более 1 об/с. Превышение значения числа оборотов 1 об/с приведет к возникновению турбулентности в полимере, увеличению

сопротивления проходящим нитям и оптическому волокну, и последующему обрыву упрочняющих нитей и/или оптического волокна.

Технический результат достигается тем, что предлагается способ наложения плотного буферного покрытия на оптическое волокно, заключающийся в том, что при
5 прохождении оптического волокна через фильеру в нее под давлением не более 0,3 МПа подается полимер в естественном жидком состоянии с последующим отверждением световыми лучами ультрафиолетового диапазона, отличающийся тем, что одновременно с оптическим волокном в фильеру подается не менее одной упрочняющей нити так,
10 что упрочняющие нити преимущественно занимают положение между полимером и оптическим волокном, филаменты нити застывают в полимере плотного буферного покрытия с образованием единой структуры, препятствующей появлению микроизгибов оптического волокна при охлаждении до температуры минус 60°C, и получают на выходе после отверждения полимера оптическое волокно с плотным буферным покрытием по п. 1.

15 При подаче полимерного компаунда в естественном жидком состоянии под давлением не более 0,3 МПа по третьему способу жидкость затекает во все свободные участки нити и обволакивает отдельные филаменты. Отверждение происходит за счет облучения наружной поверхности буферного покрытия световыми лучами ультрафиолетового
20 диапазона. Отверждение начинается с поверхности послойно. При этом отдельные филаменты затвердевают в полимере буферного покрытия. Кроме того, на основную массу нити в процессе отвердевания действуют радиальные усилия, которые расплющивают за счет настильности нить вокруг оптического волокна. В сечении такого оптического волокна в плотном буферном покрытии внешняя поверхность представляет собой окружность, а внутренняя поверхность - овал (если нить условно
25 объединить с волокном). Но при этом упрочняющая нить встроена в буферное покрытие, но не связана физически с оптическим волокном.

При использовании нескольких упрочняющих нитей внутренняя поверхность в сечении выглядит как кривая, близкая к окружности. Но нити также встроены в полимер буферного покрытия, хотя и не связаны физически с оптическим волокном. Таким
30 образом, оптическое волокно оказывается защищено упрочненным слоем композитного материала. При воздействии пониженной температурой (минус 50 - минус 60)°C остывающие участки цепи макромолекул упираются в поверхность, образованную упрочняющей нитью, встроеной в полимер, и не производят локального давления на оптическое волокно с образованием микроизгибов. Это позволяет предотвратить
35 увеличение коэффициента затухания, что и является подтверждением достижения технического результата.

Способы наложения плотного буферного покрытия отличаются применяемыми материалами, физическими способами отверждения и способами подачи жидкого полимера в фильеру, но позволяют получить геометрически одинаковые конструкции
40 оптического волокна в плотном буферном покрытии.

При прокладке двух или более упрочняющих нитей, с целью выдерживания симметрии подачи упрочняющих нитей по отношению к оптическому волокну, целесообразно перед подачей в фильеру пропускать упрочняющие нити через направляющую розетку. Направляющая розетка предупредит сбивание нитей в одну сторону от оптического
45 волокна и тем самым не допустит ослабление конструкции за счет изменения взаиморасположения конструктивных элементов относительно друг друга.

При изгибе кабеля прямолинейно наложенные нити получают в зависимости от пространственного расположения в конструкции плотного буферного покрытия

различную нагрузку. Условие встроенности нитей в буферное покрытие не снимает различие нагрузки на нити, лежащие в геометрически различающихся местах. С целью обеспечения равномерной нагрузки на упрочняющие нити целесообразно обеспечить волновую скрутку упрочняющих нитей вокруг оптического волокна, придав розетке колебательно-вращательное движение. При этом следует ограничить угол оборота в одну сторону с целью предотвращения перепутывания до 270° . Кроме того, следует ограничить скорость вращения значением не более 1 об/с. Превышение значения числа оборотов 1 об/с приведет к возникновению турбулентности в полимере, увеличению сопротивления проходящим нитям и оптическому волокну, и последующему обрыву упрочняющих нитей и/или оптического волокна.

4. Краткое описание чертежей

Предлагаемое изобретение поясняется конкретными примерами выполнения, представленными на чертежах:

Фиг. 1 - схематическое изображение поперечного сечения оптического волокна в первичном покрытии в плотном буферном покрытии;

Фиг. 2 - схематическое изображение поперечного сечения волоконно-оптического кабеля с оптическим волокном в плотном буферном покрытии с упрочняющими элементами в сердечнике и двумя упрочняющими элементами, встроенными в оболочку, наложенную трубкой;

Фиг. 3 - схематическое изображение отдающего устройства на четыре катушки с упрочняющими нитями и направляющей розеткой.

Изображенное схематически на чертеже Фиг. 1 в поперечном сечении оптическое волокно в плотном буферном покрытии 1 состоит непосредственно из оптического волокна 2 одномодового или многомодового в первичном покрытии, двух упрочняющих нитей 3 и плотного буферного покрытия 4.

Изображенный схематически на чертеже Фиг. 2 в поперечном сечении волоконно-оптический кабель 5, состоящий из сердечника в виде одного оптического волокна в плотном буферном покрытии 1, включающего собственно оптическое волокно 2 одномодовое или многомодовое в первичном покрытии, две упрочняющие нити 3 и плотное буферное покрытие 4, вокруг оптического волокна в плотном буферном покрытии 1 наложен слой из нескольких упрочняющих нитей 6, поверх которого наложена полимерная защитная оболочка 7 трубкой с воздушным пространством 9. В оболочке 7 в диаметрально противоположных местах встроены два упрочняющих элемента 8 в виде упрочняющих нитей.

На чертеже Фиг. 3 изображены отдающая катушка для оптического волокна 10 и две пары отдающих катушек 11 и 12 для двух пар упрочняющих нитей 3, установленные на станине 13. Оптическое волокно 2 с отдающей катушки 10 и две пары упрочняющих нитей 3 (парами нитей 3 по Фиг. 2 при наложении четырех упрочняющих нитей), с отдающих катушек 11 и 12, поступают в направляющую розетку 14, а из нее в фильеру 15, в которую подается естественно жидкий полимер.

5. Осуществление изобретения

Оптические волокна одномодовые и многомодовые в первичном покрытии широко представлены на рынке кабельной продукции.

Для изготовления плотного буферного покрытия можно использовать серийно выпускаемые установки, например, марки OG - 510 производства фирмы «Оптогир» Финляндия с доработанным отдающим устройством для отдачи необходимого количества упрочняющих нитей и направляющей розеткой (при необходимости).

Наложение слоя упрочняющих нитей поверх сердечника можно осуществить на

арамидном сервере фирмы «Раблон» Нидерланды.

Наложение оболочки с упрочняющими элементами можно производить на специализированных экструзионных линиях производства фирм «Майллефер» Финляндия или «Розендаль» Австрия.

5 Были изготовлены три длины по одному километру каждая волоконно-оптических кабелей с одним одномодовым оптическим волокном и одной упрочняющей нитью в плотном буферном покрытии. Испытания на воздействие пониженной температуры минус 60°C показали, что результаты измерений коэффициента затухания после
10 испытаний на пониженную температуру совпали с результатами измерений коэффициента затухания до испытаний в пределах погрешности измерений.

6. Библиография

1. А.В. Листвин, В.Н. Листвин, Д.В. Швырков «Оптические волокна для линий связи», М., ЛЕСАРарт, 2003 - 288 с.
2. Заявка на изобретение RU 2000107818 «Полимерное оптическое волокно с
15 многослойным защитным покрытием» от 29.03.2000, МПК: G02B 1/00.
3. Кабели оптические. Заводы-изготовители. Общие сведения. Конструкторская и техническая документация, сертификация, (справочник)/ Ларин Ю.Т., Ковылина Л.И., Тарасов В.А. - М.: Миттель-пресс, 2015 - 556 с.
4. Патент на изобретение RU №2457520 «Телекоммуникационный кабель, снабженный
20 плотно буферизованными оптическими волокнами» от 30.07.2007, МПК: G02B 6/44, G02B 6/036.
5. Давление расплава при одношнековой экструзии/ www.polymer.ru
6. Техническое описание установки по нанесению буферных покрытий на оптическое волокно OG - 510 (Draw tower OG - 510)/ optogear.fi.
7. Патент на полезную модель RU №88820 «Кабель оптический» от 14.08.2009, МПК:
25 G02B 6/44, H01B 11/22.
8. Д. Бейли, Э. Райт. Сетевые технологии. Волоконная оптика. Теория и практика, - М.: Кудиц-Пресс, 2008 - 320 с.
9. А.А. Тагер, Физико-химия полимеров/М.: «Научный мир», 2007 - 576 с.
10. Л. Ван Флек, Теоретическое и прикладное материаловедение. - М.: Атомиздат,
30 1975 - 472 с.
11. Производство кабелей и проводов, под редакцией Н.И. Белоруссова и И.Б. Пешкова - М.: Энергоиздат, 1981 - 632 с.

35 (57) Формула изобретения

1. Оптическое волокно в первичном полимерном покрытии, поверх которого наложено плотное буферное покрытие, отличающееся тем, что совместно с оптическим
40 волокном под плотным буферным покрытием проложено не менее одной упрочняющей нити, так, что упрочняющие нити преимущественно занимают положение между полимером и оптическим волокном, причем в процессе полимеризации филаменты нити застывают в полимере плотного буферного покрытия с образованием единой структуры, препятствующей появлению микроизгибов оптического волокна при охлаждении до температуры минус 60°C.

2. Оптическое волокно по п. 1, отличающееся тем, что упрочняющие нити выбраны
45 из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или кремнеземные, и/или углеродные.

3. Волоконно-оптический кабель, состоящий из сердечника, не менее чем из одного оптического волокна в плотном буферном покрытии и плотно наложенной на сердечник полимерной защитной оболочки, отличающийся тем, что оптическое волокно в плотном

буферном покрытии выполнено по п. 1.

4. Кабель по п. 3, отличающийся тем, что поверх сердечника, состоящего из одного оптического волокна, дополнительно наложен слой не менее чем из одной упрочняющей нити.

5 5. Кабель по п. 4, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные.

6. Кабель по п. 3, отличающийся тем, что при числе оптических волокон два или более в сердечнике или поверх сердечника дополнительно проложены в любом сочетании
10 упрочняющие нити и/или диэлектрические прутки.

7. Кабель по п. 6, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные и/или кремнеземные и/или углеродные, а диэлектрические прутки выбраны из ряда: арамидные и/или
15 стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена.

8. Кабель по п. 3, отличающийся тем, что в полимерную защитную оболочку дополнительно внедрено продольно не менее одной упрочняющей нити.

9. Кабель по п. 8, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые и/или стекловолоконные и/или кремнеземные и/или
20 углеродные.

10. Кабель по п. 3, отличающийся тем, что в полимерную защитную оболочку дополнительно внедрено продольно не менее одного диэлектрического прутка.

11. Кабель по п. 10, отличающийся тем, что диэлектрические прутки выбраны из
25 ряда: арамидные и/или стеклопластиковые и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена.

12. Кабель по п. 3, отличающийся тем, что в полимерную защитную оболочку дополнительно внедрено продольно не менее двух разнородных элементов в виде
30 упрочняющей нити и диэлектрического прутка.

13. Кабель по п. 12, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или
35 углеродные, а диэлектрические прутки выбраны из ряда: арамидные и/или стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена.

14. Волоконно-оптический кабель, состоящий из сердечника, включающего не менее одного оптического волокна в плотном буферном покрытии и свободно наложенной на сердечник полимерной защитной оболочки в виде трубки, свободное пространство
40 которой заполнено воздухом, отличающийся тем, что оптическое волокно в плотном буферном покрытии выполнено по п. 1.

15. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что поверх сердечника, состоящего из одного оптического волокна, дополнительно наложен слой не менее чем из одной упрочняющей
45 нити.

16. Кабель по п. 15, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или
50 углеродные.

17. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что при числе оптических волокон два или более в сердечнике или поверх сердечника дополнительно проложены в любом сочетании
45 упрочняющие нити и/или диэлектрические прутки.

18. Кабель по п. 17, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные и/или кремнеземные и/или
55 углеродные, а диэлектрические прутки выбраны из ряда: арамидные и/или

стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена.

19. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что в полимерную защитную оболочку дополнительно внедрено продольно не менее одной упрочняющей нити.

20. Кабель по п. 19, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые и/или стекловолоконные и/или кремнеземные и/или углеродные.

21. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что в полимерную защитную оболочку дополнительно внедрено продольно не менее одного диэлектрического прутка.

22. Кабель по п. 21, отличающийся тем, что диэлектрические прутки выбраны из ряда: арамидные и/или стеклопластиковые и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена.

23. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что в полимерную защитную оболочку дополнительно внедрено продольно не менее двух разнородных элементов в виде упрочняющей нити и диэлектрического прутка.

24. Кабель по п. 23, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или углеродные, а диэлектрические прутки выбраны из ряда: арамидные и/или стеклопластиковые, и/или из сверхвысокомодульного полиэтилена.

25. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что в полимерную защитную оболочку дополнительно внедрено не менее двух металлических проволок.

26. Кабель по п. 25, отличающийся тем, что металлические проволоки выбраны из ряда: стальные оцинкованные или стальные нержавеющие, или из бериллиевой бронзы.

27. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что свободное пространство трубки заполнено гидрофобным наполнителем, герметиком или водоблокирующим материалом в виде порошка и/или нитей, и/или лент.

28. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что поверх полимерной защитной оболочки наложена броня из металлических или металлополимерных лент обмоткой или продольно с перекрытием или из металлических проволок в виде обмотки или оплетки, и полимерный защитный шланг поверх брони.

29. Кабель по п. 28, отличающийся тем, что под броней проложены водоблокирующие материалы в виде порошка и/или нитей, и/или лент.

30. Кабель по п. 28, отличающийся тем, что металлические ленты брони выбраны из ряда: стальные оцинкованные или стальные нержавеющие, или из бериллиевой бронзы.

31. Кабель по п. 28, отличающийся тем, что проволоки брони выполнены круглыми и выбраны из ряда: стальные оцинкованные или стальные нержавеющие, или из бериллиевой бронзы.

32. Кабель по п. 28, отличающийся тем, что проволоки брони выполнены плоскими с двумя выступами: с одной стороны, сверху, а с другой стороны, снизу, а при обмотке верхний выступ одной проволоки накрывает нижний выступ смежной с ней проволоки.

33. Кабель по п. 14, отличающийся тем, что при наличии в сердечнике не менее двух оптических волокон в буферном покрытии сердечник разделен на две части, каждая из которых включает не менее одного оптического волокна в плотном буферном покрытии и не менее одной параллельно проложенной упрочняющей нити, полимерная оболочка наложена в виде трубки с перемычкой между частями сердечника и имеет форму восьмерки в поперечном сечении.

34. Кабель по п. 33, отличающийся тем, что упрочняющие нити выбраны из ряда: арамидные и/или базальтовые, и/или стекловолоконные, и/или кремнеземные, и/или

углеродные.

35. Волоконно-оптический кабель, состоящий из сердечника, включающего несколько волоконно-оптических кабелей, скрученных между собой, свободно наложенной на сердечник общей полимерной защитной оболочки в виде трубки, которая заполнена
5 воздухом или гидрофобным наполнителем, или герметиком, отличающийся тем, что волоконно-оптические кабели в сердечнике выполнены по любому из пп. 3 или 14.

36. Кабель по п. 35, отличающийся тем, что волоконно-оптические кабели в сердечнике скручены вокруг стеклопластикового прутка.

37. Кабель по п. 35, отличающийся тем, что поверх общей полимерной защитной
10 оболочки наложена броня из металлических или металлополимерных лент обмоткой или продольно с перекрытием или из металлических проволок в виде обмотки или оплетки, и полимерный защитный шланг поверх брони.

38. Кабель по п. 37, отличающийся тем, что под броней проложены водоблокирующие материалы в виде лент и/или нитей, и/или порошка.

15 39. Кабель по п. 37, отличающийся тем, что металлические ленты брони выбраны из ряда: стальные оцинкованные или стальные нержавеющие, или из бериллиевой бронзы.

40. Кабель по п. 37, отличающийся тем, что проволоки брони выполнены круглыми и выбраны из ряда: стальные оцинкованные или стальные нержавеющие, или из
20 бериллиевой бронзы.

41. Кабель по п. 37, отличающийся тем, что проволоки брони выполнены плоскими с двумя выступами: с одной стороны, сверху, а с другой стороны, снизу, а при обмотке верхний выступ одной проволоки накрывает нижний выступ смежной с ней проволоки.

42. Способ наложения плотного буферного покрытия на оптическое волокно,
25 состоящий в том, что при прохождении оптического волокна через фильеру в нее без давления подают полимер в естественном жидком состоянии с последующим термическим отверждением инфракрасными лучами, отличающийся тем, что одновременно с оптическим волокном в первичном полимерном покрытии через фильеру подают не менее одной упрочняющей нити так, что упрочняющие нити
30 преимущественно занимают положение между полимером и оптическим волокном, филаменты нити застывают в полимере плотного буферного покрытия с образованием единой структуры, препятствующей появлению микроизгибов оптического волокна при охлаждении до температуры минус 60°C, и получают на выходе после отверждения полимера оптическое волокно с плотным буферным покрытием по п. 1.

35 43. Способ по п. 42, отличающийся тем, что при прокладке двух или более упрочняющих нитей для обеспечения равномерности укладки нитей вокруг оптического волокна их пропускают через направляющую розетку.

44. Способ по п. 43, отличающийся тем, что упрочняющие нити скручивают вокруг оптического волокна волновой скруткой, обеспечиваемой колебательно-вращательным
40 движением розетки, совершающей поочередно обороты на угол до 270° в обе стороны с числом оборотов не более 1 об/с.

45. Способ наложения плотного буферного покрытия на оптическое волокно, состоящий в том, что при прохождении оптического волокна через фильеру, в нее под давлением не более 0,3 МПа подают полимер в естественном жидком состоянии с
45 последующим отверждением световыми лучами ультрафиолетового диапазона, отличающийся тем, что одновременно с оптическим волокном в первичном полимерном покрытии через фильеру подают не менее одной упрочняющей нити так, что упрочняющие нити преимущественно занимают положение между полимером и

оптическим волокном, филаменты нити застывают в полимере плотного буферного покрытия с образованием единой структуры, препятствующей появлению микроизгибов оптического волокна при охлаждении до температуры минус 60°C, и получают на выходе после отверждения полимера оптическое волокно с плотным буферным

5 покрытием по п. 1.

46. Способ по п. 45, отличающийся тем, что при прокладке двух или более упрочняющих нитей для обеспечения равномерности укладки нитей вокруг оптического волокна их пропускают через направляющую розетку.

47. Способ по п. 46, отличающийся тем, что упрочняющие нити скручивают вокруг

10 оптического волокна волновой скруткой, обеспечиваемой колебательно-вращательным движением розетки, совершающей поочередно обороты на угол до 270° в обе стороны с числом оборотов не более 1 об/с.

15

20

25

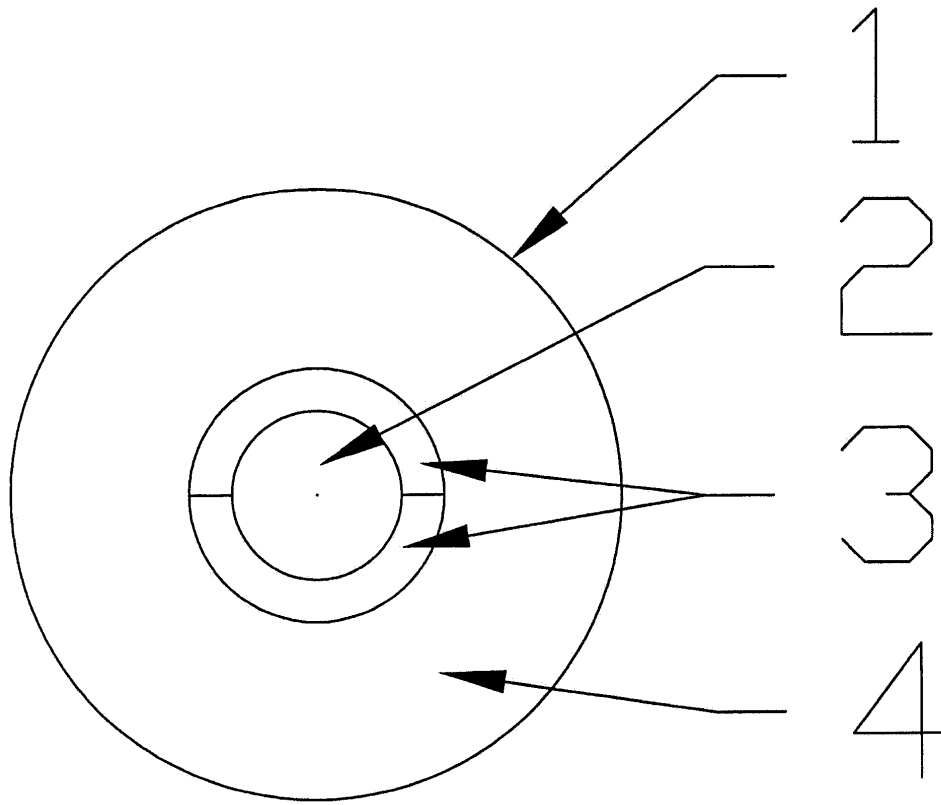
30

35

40

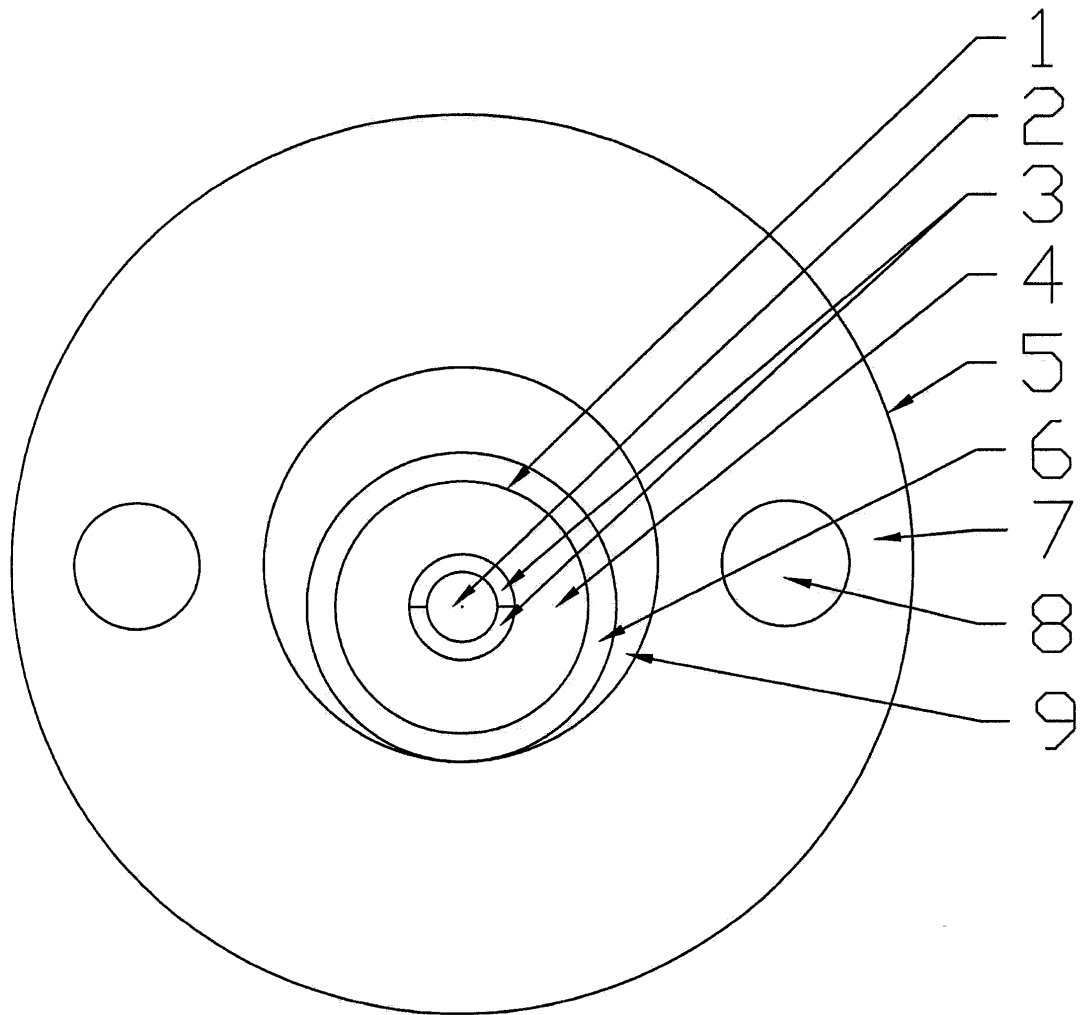
45

1

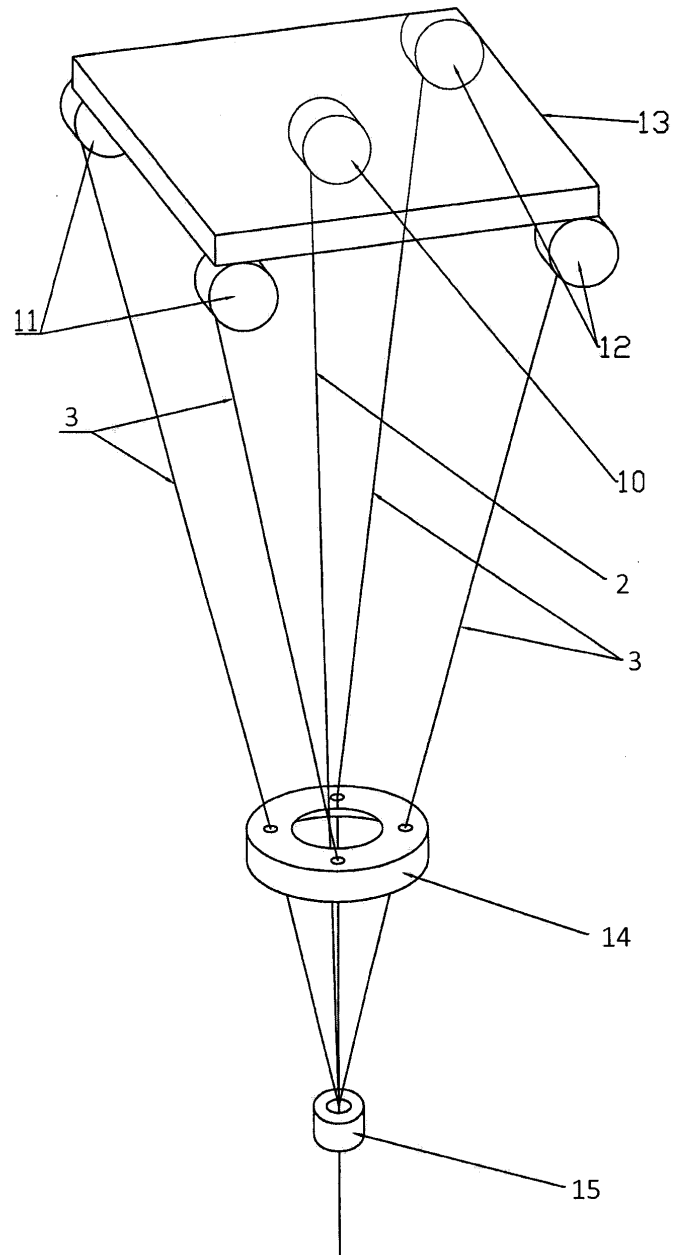


Φ чз.1

2



Фиг. 2



Фиг. 3