(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 027973 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2017.09.29

(21) Номер заявки
201490878

(22) Дата подачи заявки
2011.10.31

(51) Int.Cl. ***F16L 1/038*** (2006.01) ***B29C 70/68*** (2006.01)
F16L 7/00 (2006.01) ***B32B 1/08*** (2006.01)
F16L 9/21 (2006.01) ***B32B 27/02*** (2006.01)
F16L 9/12 (2006.01) ***B32B 37/10*** (2006.01)
F16L 11/00 (2006.01) ***B32B 37/00*** (2006.01)
B29C 70/50 (2006.01) ***F16L 11/04*** (2006.01)
B29D 23/00 (2006.01) ***B29C 63/02*** (2006.01)
B32B 3/00 (2006.01) ***F16L 9/16*** (2006.01)
B29C 47/06 (2006.01) ***F16L 11/24*** (2006.01)
B29D 23/18 (2006.01) ***B29C 63/26*** (2006.01)
B32B 17/00 (2006.01) ***F16L 9/18*** (2006.01)
F16L 9/14 (2006.01) ***F16L 11/26*** (2006.01)

(54) ТРУБА И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(31) **2010904841**
(32) **2010.10.29**
(33) **AU**
(43) **2014.10.30**
(86) **PCT/AU2011/001401**
(87) **WO 2012/054992 2012.05.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ЛОНГ ПАЙПС ПТИ ЛТД. (AU)

(72) Изобретатель:
Грэхэм Нил Дерик Брэй (AU)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(56) US-B1-6899842
CA-A-843231
US-A-3329173
JP-A-06031820
EP-A2-114361

(57) Удлиненная полая конструкция, такая как труба (10), и способ изготовления такой удлиненной полой конструкции. Труба (10) содержит радиально внутреннюю часть (11) и радиально внешнюю часть (13), при этом указанные две части (11, 13) соединены друг с другом для создания выполненной заодно конструкции трубчатой стенки. Способ включает выполнение радиально внутренней части (11) в виде внутренней трубы (21) и сборку радиально внешней части (13) вокруг внутренней трубы (21). Внешняя часть (13) содержит внешнюю трубу (30) составной конструкции, усиленной волокнами, окруженную гибкой внешней оболочкой (31). Внутреннюю трубу (21) расширяют для придания ей формы внешней части (13).

027973 B1

027973 B1

Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится к удлиненным полым конструкциям, включающим, в частности, трубчатые конструкции.

Изобретение было разработано, в частности, в отношении изготовления трубчатых конструкций в виде труб, однако оно также может быть применимо для изготовления других удлиненных полых элементов, включая трубчатые элементы, такие как каналы и трубы, трубчатые конструкционные элементы, такие как валы, балки и колонны, и другие трубчатые элементы составной конструкции.

Уровень техники

Следующее описание уровня техники предназначено только для облегчения понимания настоящего изобретения. Это описание не является подтверждением или признанием того, что любой из рассматриваемых материалов является или был частью общеизвестных знаний на дату приоритета заявки.

Известно изготовление труб с использованием армированных волокнами композитных материалов. Как правило, такие трубы изготавливают с помощью процесса, в котором ровницы из элементарных нитей волокнистого материала (такого как стекловолокна) пропитывают термоотверждающейся смолой или термопластической композицией и наматывают назад и вперед на оправке для формирования составной конструкции трубчатой стенки.

Кроме того, предпринимались попытки получения непрерывной трубы посредством процесса получения одноосно ориентированного волокнистого пластика, включающего в себя протягивание влажного тела волокон элемента жесткости через нагретую форму для отверждения трубу и затем наматывание этой трубы на катушку. Трубы, изготовленные таким образом, как правило, ограничены по длинам величинами около 1 км и диаметрам величинами около 100 мм.

Как правило, от таких труб требуется выдерживание как тангенциального, так и осевого напряжений, а их изготовление может представлять собой компромисс между несущими свойствами в отношении тангенциального и осевого напряжений, необходимыми для трубы. Тангенциальная прочность быть оптимизирована посредством намотки армирующих элементарных нитей под углом, приближающимся к 90° к оси трубы. Осевая прочность может быть оптимизирована посредством намотки армирующих элементарных нитей под углом, приближающимся к оси трубы.

Длина трубы, которая может быть изготовлена таким способом, определяется длиной оправки или бухты трубы, которую можно потом транспортировать. Соответственно, процесс изготовления не подходит для изготовления длинных труб для формирования транспортной сети для жидкостей и газов; то есть, труб, которые длиннее, чем имеющиеся оправки, а также труб, длины которых образуют трубопровод, проходящий непрерывно между двумя удаленными местоположениями, отделенных друг от друга при необходимости сотнями и тысячами километров.

Существует потребность в способе, позволяющем получить трубопровод с использованием трубы, изготовленной на непрерывной основе; то есть без необходимости составления последовательности трубных секций, соединяемых друг с другом в местах соединения, которые весьма вероятно могут образовывать области ослабления структурной целостности трубопровода.

Именно с учетом этого уровня техники, связанных с ним недостатков и трудностей было разработано настоящее изобретение.

Раскрытие изобретения

Согласно первой особенности изобретения предложен способ изготовления удлиненной полой конструкции, содержащей радиально внутреннюю часть и радиально внешнюю часть, при этом указанные две части соединены друг с другом для создания выполненной заодно конструкции трубчатой стенки, включающий выполнение радиально внутренней части; сборку радиально внешней части вокруг радиально внутренней части и расширение внутренней части; при этом внешняя часть содержит внешнюю трубу составной конструкции, усиленной волокнами, окруженную гибкой внешней оболочкой.

В предпочтительном варианте реализации изобретения внешняя труба составной конструкции, усиленной волокнами, содержит элемент жесткости и связующее вещество.

Элемент жесткости может содержать один или большее количество слоев армирующей сетки. В предпочтительном варианте реализации изобретения каждый слой выполнен в виде трубчатого слоя, расположенного вокруг радиально внутренней части.

Как правило, выполняют множество трубчатых слоев, расположенных один вокруг другого и поэтому также расположенных вокруг внутренней трубы.

Армирующая сетка может содержать армирующую сетку, которая включает в себя волокна элемента жесткости, имеющие четырехосные ориентации волокон. Волокна элемента жесткости могут содержать стекловолокна. Четырехосные ориентации волокон обеспечивают необходимые несущие свойства в отношении тангенциального и осевого напряжений трубчатой конструкции.

В предпочтительном варианте реализации изобретения связующее вещество содержит выполненную с возможностью отверждения пластмассу, такую как смолистое связующее вещество, которое обычно обозначается как смола. Связующее вещество схватывается с образованием смоляной матрицы для связывания слоев армирующей сетки друг с другом и связывания элемента жесткости с внутренней частью, чтобы создать выполненную заодно конструкцию трубчатой стенки. Смоляная матрица может

также связывать элемент жесткости с внешней оболочкой.

В предпочтительном варианте реализации изобретения внутренняя часть содержит внутреннюю трубу, содержащую внутренний вкладыш с волокнистым слоем, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи, причем смолистое связующее вещество, пропитывающее армирующую сетку, также пропитывает волокнистый слой для выполнения внешней части заодно с внутренней частью.

В предпочтительном варианте реализации изобретения внешняя оболочка содержит внешний слой и волокнистый слой, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи, причем при таком размещении волокнистый слой находится напротив элемента жесткости. При таком размещении волокнистый слой внешней оболочки может обеспечивать создание дышащего слоя, через который может перемещаться воздух.

В предпочтительном варианте реализации изобретения гибкая внешняя оболочка служит для оказания сопротивления радиальному расширению элемента жесткости, вынуждая его, таким образом, подвергаться радиальному сжатию. При таком размещении элемент жесткости заключен в пространстве между расширяющейся внутренней частью и гибкой внешней оболочкой. Радиально расширяющаяся внутренняя часть работает совместно с гибкой внешней оболочкой для удержания элемента жесткости, а также вынуждает объем пространства, в котором заключен элемент жесткости, постепенно уменьшаться. Это заставляет связующее вещество внутри элемента жесткости полностью пропитывать элемент жесткости; то есть слои армирующей сетки становятся полностью "смоченными". В частности, этим обеспечивается создание уплотняющей силы для элемента жесткости и эффективное перекачивание связующего вещества через слои армирующей сетки для распределения связующего вещества внутри пространства с принудительным движением управляемым образом.

Кроме того, постепенное уменьшение объема пространства, в котором заключен элемент жесткости, может приводить к позитивному вытеснению воздуха из указанного пространства, в результате чего усиливается впитывание связующего вещества внутри элемента жесткости.

Внешняя оболочка и различные трубы армирующей сетки могут быть выполнены с возможностью облегчения выталкивания воздуха. Внешняя оболочка и различные трубчатые слои армирующей сетки могут быть выполнены для облегчения выталкивания воздуха, например, внешняя оболочка и различные трубчатые слои армирующей сетки могут включать в себя вентиляционные отверстия через интервалы вдоль своих соответствующих длин для облегчения выталкивания воздуха. Помимо этого или в альтернативном варианте реализации изобретения волокнистый слой внешней оболочки, который обеспечивает дышащий слой, может способствовать вытеснению воздуха, как правило, вверх и вдоль самой сборки, к месту выпуска или вентиляции.

Гибкая внешняя оболочка может обладать некоторой упругостью для оказания податливого сопротивления радиальному расширению труб армирующей сетки, по меньшей мере, в некоторой степени. Однако гибкая внешняя оболочка, как правило, выполнена менее упругой, чем внутренняя труба. Таким образом, гибкая внешняя оболочка может смягчить начальный этап радиального расширения трубчатых слоев армирующей сетки. В частности, необходимо, чтобы гибкая внешняя оболочка была выполнена несколько упругой. Гибкая внешняя оболочка может быть выполнена несколько упругой с целью улучшения управления скоростью, с которой связующее вещество постепенно смачивает элемента жесткости.

Согласно второй особенности изобретения предложен способ изготовления удлиненной полой конструкции, содержащей радиально внутреннюю часть и радиально внешнюю часть, при этом указанные две части соединены друг с другом для создания выполненной заодно конструкции трубчатой стенки, включающий выполнение радиально внутренней части, содержащей внутреннюю трубу, содержащую внутренний вкладыш с волокнистым слоем, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи; сборку радиально внешней части вокруг радиально внутренней части и расширение внутренней части; при этом внешняя часть содержит внешнюю трубу составной конструкции, усиленной волокнами, окруженную гибкой внешней оболочкой, при этом внутренняя часть содержит внутреннюю трубу, содержащую внутренний вкладыш с волокнистым слоем, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи, а смолистое связующее вещество, пропитывающее внешнюю трубу, также пропитывает волокнистый слой для выполнения внешней части заодно с внутренней частью.

Согласно третьей особенности изобретения предложен способ изготовления удлиненной полой конструкции, включающий формирование гибкой конструкции трубчатой стенки вокруг центральной части, расширение центральной части, чтобы заставить гибкую конструкцию трубчатой стенки принять необходимый профиль поперечного сечения, и отверждение гибкой конструкции трубчатой стенки.

Центральная часть может содержать часть указанной конструкции стенки.

Гибкая конструкция стенки может содержать армированный волокнами композитный материал.

Гибкая конструкция стенки может также содержать выполненную с возможностью отверждения пластмассу, такую как смолистое связующее вещество. Как правило, выполненная с возможностью отверждения пластмасса содержит выполненную с возможностью отверждения смолу.

Армированный волокнами композитный материал может содержать элемент жесткости, выполненный в виде сетки, включающей в себя волокна элемента жесткости.

В предпочтительном варианте реализации изобретения армирующая сетка имеет четырехосные ориентации волокон. Четырехосные ориентации волокон обеспечивают несущие свойства в отношении тангенциального и осевого напряжений.

Гибкая конструкция трубчатой стенки может также содержать гибкую внешнюю оболочку, окружающую армированный волокнами композитный материал.

Выполненная с возможностью расширения центральная часть может содержать внутреннюю трубу, которая обеспечивает создание выполненного с возможностью расширения эластичного баллона для расширения гибкой конструкции трубчатой стенки перед ее отверждением.

В предпочтительном варианте реализации изобретения внутреннюю трубу выполняют заодно с гибкой конструкции трубчатой стенки, причем внутренняя труба является частью гибкой конструкции трубчатой стенки.

Непрерывное перемещение и затем расширение гибкой конструкции трубчатой стенки служит для предварительного напряжения и выравнивания волокон в армирующей сетке для увеличения несущих свойств в отношении тангенциального напряжения по всей длине удлиненной полой конструкции при изготовлении.

В предпочтительном варианте реализации изобретения армирующая сетка также выполнена предварительно напряженной в осевом направлении (линейно) для увеличения несущих свойств в отношении растягивающих нагрузок.

Центральная часть может быть выполнена в виде эластичного баллона.

Эластичный баллон может быть расширен с использованием текучей среды, такой как воздух или вода.

В предпочтительном варианте реализации изобретения эластичный баллон выполнен с возможностью эластичного расширения.

В одном из вариантов трубчатая конструкция может быть определенной длины. Трубчатая конструкция может, например, содержать трубчатый элемент, такой как труба, выполненный определенной длины.

В другом варианте трубчатая конструкция может быть сформирована постепенно до любой необходимой длины. Трубчатая конструкция может, например, содержать трубчатый элемент, такой как труба, сформированный непрерывно до тех пор, пока не будет получена необходимая длина. В этом отношении указанная труба может иметь длину, чтобы образовать непрерывную трубу, образующую трубопровод, проходящий между двумя отдаленными местами.

В отличие от конструкции уровня техники, в которой трубопровод, проходящий между двумя отдаленными местами, может, как правило, содержать множество трубных секций, соединенных друг с другом, труба согласно первой особенности изобретения обеспечивает возможность формирования трубопровода в виде непрерывной трубы.

Согласно четвертой особенности изобретения предложен способ изготовления удлиненной полой конструкции, включающий формирование гибкой конструкции трубчатой стенки, имеющей внутреннюю часть, расширение внутренней части гибкой конструкции трубчатой стенки для придания ей формы и отверждение гибкой конструкции стенки для формирования трубчатого элемента.

Гибкая конструкция стенки может содержать армированный волокнами композитный материал, выполненный с возможностью отверждения для формирования трубчатого элемента.

Гибкая конструкция стенки может также содержать гибкую внешнюю оболочку, окружающую армированный волокнами композитный материал.

В некоторых случаях армированный волокнами композитный материал отверждают до жесткого состояния. В других случаях армированный волокнами композитный материал отверждают до более гибкого состояния.

Гибкая конструкция трубчатой стенки может содержать вкладыш, имеющий внутреннюю поверхность, непроницаемую для текучей среды. Указанная внутренняя поверхность может быть образована очень глянцевым материалом, таким как полиуретановый вкладыш.

Согласно пятой особенности изобретения предложен способ изготовления трубы, включающий формирование гибкой конструкции трубчатой стенки, содержащей армированный волокнами композитный материал, расширение внутренней части гибкой конструкции трубчатой стенки для придания ей формы и отверждение гибкой конструкции стенки для создания трубы.

Труба может быть изготовлена на непрерывной основе и постепенно смонтирована в необходимом положении перед отверждением гибкой конструкции стенки, при этом гибкую конструкцию стенки отверждают при нахождении в положении монтажа указанной трубы.

Согласно шестой особенности изобретения предложен способ изготовления трубы на непрерывной основе, включающий формирование гибкой конструкции трубчатой стенки, содержащей армированный волокнами композитный материал, расширение внутренней части гибкой конструкции трубчатой стенки для придания ей формы и отверждение гибкой конструкции стенки для создания трубы.

В способе согласно шестому варианту реализации гибкая конструкция стенки может содержать внутреннюю и внешнюю части, причем данный способ также включает формирование внутренней части

для образования внутренней трубы и формирование внешней трубы составной конструкции, усиленной волокнами, вокруг внутренней трубы для образования указанной внешней части.

Внешняя труба может быть выполнена с использованием одного или большего количества слоев армирующей сетки, причем данный способ также включает выполнение каждого слоя в виде трубчатого слоя, расположенного вокруг внутренней трубы, пропитывание трубчатых слоев смолистым связующим веществом, расширение внутренней трубы для придания формы гибкой конструкции трубчатой стенки и отверждение смолистого связующего вещества для отверждения гибкой конструкции трубчатой стенки.

Гибкую внешнюю оболочку монтируют вокруг трубчатых слоев армирующей сетки с обеспечением содержания смолистого связующего вещества.

Гибкая внешняя оболочка может быть выполнена из любого подходящего материала, включая, например, полиуретан. Более конкретно, внешняя оболочка содержит внешний слой полиэтилена и волокнистый слой, прикрепленный к одной ее стороне с образованием химической связи, причем при таком размещении волокнистый слой находится напротив элемента жесткости, как описано выше.

Внешняя оболочка может оставаться на месте и, в конечном счете, формировать составную часть указанной трубчатой конструкции, или она может быть впоследствии удалена после выполнения своего предназначения.

Наружная часть внешнего слоя внешней оболочки может быть выполнена с возможностью приклеивания к окружающей защитной оболочке, такой как бетонная оболочка. Она может содержать поверхностные шероховатости или структуры, такие как пучки, на наружной части внешнего слоя внешней оболочки.

Внутренняя труба может содержать внутренний вкладыш с волокнистым слоем, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи, а смолистое связующее вещество, пропитывающее армирующую сетку может также пропитывать волокнистый слой для выполнения внешней части заодно с внутренней частью.

Труба может быть изготовлена в подвижной монтажной установке, выполненной в виде транспортного средства, которое выполнено с возможностью перемещения относительно места монтажа, так что сформированная непрерывным способом труба может быть постепенно доставлена на место монтажа.

Согласно седьмой особенности изобретения предложен способ изготовления трубы в гибком состоянии, укладки трубы на месте монтажа и обеспечение возможности преобразования гибкой трубы в жесткое состояние на месте монтажа.

Место монтажа может содержать траншею, в которую трубу постепенно укладывают в гибком состоянии. Труба может быть уложена непосредственно в траншею или помещена вдоль траншеи и затем смонтирована в траншее. Траншея может иметь основание из песка или иного материала, сформованного с образованием криволинейного углубления, на которое трубу укладывают для опоры.

Труба может быть собрана на подвижной монтажной установке, которая может перемещаться относительно места монтажа, с укладкой трубы в гибком состоянии.

Согласно восьмой особенности изобретения предложена удлиненная полая конструкция, изготовленная в соответствии со способом согласно первой, второй, третьей или четвертой особенности изобретения.

Согласно девятой особенности изобретения предложена труба, изготовленная в соответствии со способом согласно третьей, шестой или седьмой особенности изобретения.

Согласно десятой особенности изобретения предложена составная удлиненная полая конструкция, содержащая радиально внутреннюю часть и радиально внешнюю часть, при этом указанные две части соединены друг с другом для создания выполненной заодно конструкции трубчатой стенки.

Внешняя часть может быть выполнена в виде внешней трубы составной конструкции, усиленной волокнами. Более конкретно внешняя часть может содержать элемент жесткости, пропитанный в смолистом связующем веществе.

Внешняя часть может также содержать гибкую внешнюю оболочку, окружающую внешнюю трубу.

Элемент жесткости может содержать один или большее количество слоев армирующей сетки, каждый из которых выполнен в виде трубы, расположенной вокруг внутренней части. Элемент жесткости может содержать множество слоев, каждый из которых выполнен в виде соответствующей трубы, расположенной одна вокруг другой.

Армирующая сетка может содержать армирующую сетку, которая включает в себя волокна элемента жесткости, имеющие четырехосные ориентации волокон. Волокна элемента жесткости могут содержать стекловолокна. Четырехосные ориентации волокон обеспечивают необходимые несущие свойства в отношении тангенциального и осевого напряжений к трубчатой конструкции.

Внутренняя часть может содержать внутренний вкладыш с волокнистым слоем, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи. Другая поверхность вкладыша может образовывать внутреннюю поверхность указанной трубчатой конструкции.

Смолистое связующее вещество, пропитывающее армирующую сетку, также может пропитывать волокнистый слой, закрепленный с образованием химической связи на внутреннем вкладыше, для выполнения внешней части заодно с внутренней частью.

Краткое описание чертежей

Изобретение будет лучше понято со ссылкой на следующее описание нескольких конкретных вариантов его осуществления, как показано на прилагаемых чертежах, на которых

фиг. 1 представляет собой схематичный вид трубы согласно первому варианту реализации при изготовлении;

фиг. 2 - схематичный вид схематического поперечного разреза трубы, показанного на фиг. 1;

фиг. 3 - схематичный местный вид сбоку секции указанной трубы;

фиг. 4 - схематичный вид в поперечном разрезе внутренней части указанной трубы;

фиг. 5 - схематичный вид армирующей сетки, включающей в себя волокна элемента жесткости, имеющие четырехосные ориентации волокон, используемого при изготовлении внешней части указанной трубы;

фиг. 6 - схематичный вид в поперечном разрезе трубчатого слоя армирующей сетки, сформированного из армирующей сетки, показанной на фиг. 5 и используемой при изготовлении внешней части указанной трубы, при этом трубчатый слой показан в частично собранном состоянии;

фиг. 7 - вид, схожий с видом на фиг. 6 кроме того, что трубчатый слой показан в собранном состоянии;

фиг. 8 - схематичный вид в поперечном разрезе собранной трубчатой конструкции, из которой изготовлена согласно первому варианту реализации, при этом трубчатая конструкция показана в радиально расширенном (расширенном) состоянии;

фиг. 9 - вид, схожий с видом на фиг. 8 за исключением того, что показаны средства вентиляции воздуха из пространства внутри собранной трубчатой конструкции;

фиг. 10 - вид, схожий с видом на фиг. 8 за исключением того, что трубчатая конструкция показана в сплющенном (нерасширенном) состоянии;

фиг. 11 - схематичный вид в поперечном разрезе внутренней трубы, формирующей часть собранной трубчатой конструкции, внутренняя труба показана сплющенной в плоском состоянии;

фиг. 12 - схематичный вид в поперечном разрезе собранной трубчатой конструкции, из которой изготовлена согласно первому варианту реализации, при этом трубчатая конструкция показана с внутренней трубой, сложенной с использованием другой схемы складывания;

фиг. 13 - схематичный вид в поперечном разрезе внутренней трубы, формирующей часть собранной трубчатой конструкции, показанной на фиг. 12, с внутренней трубой, показанной в сложенном состоянии;

фиг. 14 - вид, схожий с видом на фиг. 13 за исключением того, что внутренняя труба показана в частично плоском состоянии;

фиг. 15 - вид, схожий с видом на фиг. 13 за исключением того, что внутренняя труба показана в полностью плоском состоянии;

фиг. 16 - схематичный перспективный вид сборочной системы для сборки трубчатых слоев, показанных на фиг. 7;

фиг. 17 - схематичный перспективный вид направляющей системы для постепенного перемещения полосы армирующей сетки, как показано на фиг. 5, через переходный участок из первого (плоского) состояния во второе (трубчатое) состояние;

фиг. 18 - схематичный перспективный вид системы скрепления с образованием химической связи перекрывающихся краев полосы армирующей сетки друг к другу с образованием места соединения для удержания полосы во втором (трубчатом) состоянии;

фиг. 19 - схематичный вид сборочной линии для сборки указанной трубы и состоит из двух частей, представленных на фиг. 19А и 19В;

фиг. 20 - схематичный вид в разрезе одной концевой секции указанной трубы во время ее изготовления, с концевым фитингом, установленным на концевой секции;

фиг. 21 - схематичный вид сбоку другой концевой секции указанной трубы во время ее изготовления с концевым фитингом, установленным на концевой секции;

фиг. 22 - схематичный вид в разрезе концевой секции трубы, показанной на фиг. 21, вместе со связанной системой формирования профиля;

фиг. 23 - схематичный вид сборочной линии для сборки трубы согласно второму варианту реализации и состоит из двух частей, представленных на фиг. 23А и 23В;

фиг. 24 - местный вид части сборочной линии по фиг. 23;

фиг. 25 - поперечное сечение по линии 25-25 по фиг. 23В;

фиг. 26 - поперечное сечение по линии 26-26 по фиг. 23В;

фиг. 27 - поперечное сечение по линии 27-27 по фиг. 23В;

фиг. 28 - поперечное сечение по линии 28-28 по фиг. 23В;

фиг. 29 - поперечное сечение по линии 29-29 по фиг. 23В;

фиг. 30 - поперечное сечение по линии 30-30 по фиг. 23В;

фиг. 31 - поперечное сечение по линии 31-31 по фиг. 23В;

фиг. 32 - схематичный вид сборочной линии для сборки трубы согласно третьему варианту реали-

зации изобретения;

фиг. 33 - схематичный вид части сборочной линии по фиг. 32, иллюстрирующей совокупность элементов для обжатия собранной конструкции трубы и внешней оболочки вокруг нее;

фиг. 34 - местный вид части сборочной линии по фиг. 32;

фиг. 35 - поперечное сечение по линии 35-35 по фиг. 34;

фиг. 36 - поперечное сечение по линии 36-36 по фиг. 34;

фиг. 37 - поперечное сечение по линии 37-37 по фиг. 34;

фиг. 38 - поперечное сечение по линии 38-38 по фиг. 34;

фиг. 39 - поперечное сечение по линии 39-39 по фиг. 34;

фиг. 40 - поперечное сечение по линии 40-40 по фиг. 34;

фиг. 41 - схематичный вид в поперечном разрезе собранной конструкции трубы и внешней оболочки вокруг нее, иллюстрирующий состояние приближения к полному погружению в смолистое связующее вещество;

фиг. 42 - вид, схожий с видом на фиг. 41, но иллюстрирующий полное погружение в смолистое связующее вещество;

фиг. 43 - местный вид в поперечном разрезе конструкции, показанной на фиг. 39;

фиг. 44 - схематичный вид части сборочной линии для сборки трубы согласно четвертому варианту реализации;

фиг. 45 - схематичный вид части сборочной линии для сборки трубы согласно пятому варианту реализации изобретения;

фиг. 46 - схематичный перспективный вид устройства, используемого в сборочной линии, показанной на фиг. 45, при этом устройство выполнено для облегчения относительно быстрого смачивания элемента жесткости, используемого при изготовлении указанной трубы;

фиг. 47 - вид группы роликов, используемой в устройстве, показанном на фиг. 46;

фиг. 48 - местный схематичный вид, показывающий трубчатую конструкцию, собранную во время изготовления указанной трубы, с которой работают, выполняя действия наподобие перистальтического нажатия посредством устройства, показанного на фиг. 46;

фиг. 49 - местный вид сбоку, изображающий секцию трубы согласно шестому варианту реализации, при этом секция выполнена в виде прямой секции;

фиг. 50 - местный вид сбоку, изображающий еще одну секцию указанной трубы согласно шестому варианту реализации, при этом секция выполнена в виде изогнутой секции;

фиг. 51 - местный вид сбоку, изображающий еще одну секцию указанной трубы согласно шестому варианту реализации, при этом секция выполнена в виде еще одной изогнутой секции;

фиг. 52 - местный вид сбоку, изображающий указанную еще одну секцию трубы, показанной на фиг. 51, перед ее изгибанием для формирования указанной еще одной секции; и

фиг. 53 - схематичный вид части сборочной линии для сборки трубы согласно седьмому варианту реализации.

Наилучший вариант (наилучшие варианты) осуществления изобретения

Со ссылкой на фиг. 1-22 чертежей первый вариант реализации настоящего изобретения относится к удлиненной полой конструкции в виде трубчатого элемента, выполненного в виде трубы 10, и способу изготовления указанной трубы на непрерывной основе.

Труба 10 представляет собой составную конструкцию, содержащую радиально внутреннюю часть 11 и радиально внешнюю часть 13, при этом указанные две части 11, 13 соединены друг с другом для создания выполненной заодно конструкции трубчатой стенки. В проиллюстрированной конструкции внешняя часть 13 заключена в защитную оболочку 14, содержащую выполненную с возможностью отверждения композицию 16, такую как цемент или бетон, содержащуюся в наружной оболочке 18 любого подходящего материала, такого как геоткань. Защитная оболочка 14 предназначена для обеспечения защиты трубы 10 против нагрузки сжатия, которой она может быть подвержена в установленном состоянии.

Внутренняя часть 11 содержит внутренний вкладыш 15 со слоем 17 из смоляного поглотительного материала, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи. Другая поверхность вкладыша 15 образует внутреннюю поверхность 19 трубы 10. Как правило, вкладыш 15 имеет глянцевую поверхность на внутренней поверхности 19. Внутренний вкладыш 15 может, например, содержать полиуретан, полиэтилен или любой другой упруго гибкий материал, который предпочтительно также непроницаем для воздуха, а также совместим с текучей средой, предназначенной для перемещения внутри трубы 10. Смоляной поглотительный слой 17 может, например, содержать войлок или флок.

Как лучше всего показано на фиг. 4, внутренняя часть 11 выполнена в виде внутренней трубы 21, образованной из продольной полосы 23, имеющей продольные боковые края 25. Полосу 23 прокатывают продольно в трубчатую конфигурацию для образования внутренней трубы 21, с соединенными продольными краями 25 для образования соединения 26. На внутреннюю сторону внутренней трубы 21 наносят внутреннюю соединительную полосу 27, а на внешнюю сторону внутренней трубы 21 наносят внешнюю соединительную полосу 28, при этом две соединительные полосы 27, 28 перекрывают соединение 26 и

обеспечивают создание непрерывного уплотненного в отношении текучей среды соединения между соединенными продольными боковыми краями 25. На фиг. 4 соединительные полосы 27, 28 показаны на расстоянии от соединения 26 для простоты, но на практике они фактически находятся в контакте с указанным соединением.

Внутренняя труба 21 образует выполненный с возможностью расширения эластичный баллон 24, имеющий расширительную полость 29, назначение которой будет объяснено позже.

Внешняя часть 13 выполнена в виде внешней трубы 30 составной конструкции, усиленной волокнами, окруженной гибкой внешней оболочкой 31. Более конкретно внешняя труба 30 содержит элемент 32 жесткости, пропитанный в смолистом связующем веществе. Гибкую внешнюю оболочку 31 монтируют вокруг трубы 30 с обеспечением содержания смолистого связующего вещества, как вскоре будет описано более подробно. Гибкая внешняя оболочка 31 может быть выполнена из любого подходящего материала, включая, например, полиэтилен. Внешняя оболочка 31 может быть оставлена на месте и, в конечном счете, образовывать выполненную заодно часть трубы 10, или она может быть впоследствии удалена после выполнения своего назначения.

Внешняя оболочка 31 содержит внешний слой полиэтилена и волокнистый слой, прикрепленный к одной ее стороне с образованием химической связи, причем при таком размещении волокнистый слой находится напротив элемент 32 жесткости. Волокнистый слой обеспечивает дышавший слой, а также полностью пропитан смолистым связующим веществом для выполнения сборки заодно целое.

Смолистый материал, обеспечивающий смолистое связующее вещество, может быть любого подходящего типа; в частности, подходящие смолистые материалы содержат термореактивную смолу, такую как полимерный виниловый эфир, или другую подходящую смолу и системы термопластичных смол.

Элемент 32 жесткости содержит один или большее количество слоев 33 армирующей сетки 34 (как показано на фиг. 5), при этом каждый слой выполнен в виде трубчатого слоя 35 (как показано на фиг. 7), расположенного вокруг внутренней трубы 21. В этом варианте реализации изобретения, используется множество слоев 33, выполненных в виде соответствующих трубчатых слоев 35, расположенных один вокруг другого (и поэтому также расположенных вокруг внутренней трубы 21, как было упомянуто ранее). Соседние слои 33 сетки могут быть скреплены друг с другом любым подходящим образом, например посредством образования химической связи и горячей сварки, и/или механическим скреплением, например сшиванием или обработкой степлером.

Армирующая сетка 34 содержит армирующую сетку, которая включает в себя волокна элемента жесткости, имеющие четырехосные ориентации волокон, как показано на фиг. 5. Волокна элемента жесткости содержат осевые волокна 36a (под углом, близким к оси трубы, которая показана линией 37 на фиг. 3), поперечные волокна 36b (под углом, близким к 90°, к оси трубы) и проходящие под углом волокна 36c (под углом, близким к 45°, к оси трубы). Волокна элемента жесткости могут содержать стекловолокна. Четырехосные ориентации волокон обеспечивают для трубы необходимые несущие свойства в отношении тангенциального и осевого напряжений.

Каждый трубчатый слой 35 армирующей сетки собирают из полосы 41 материала армирующей сетки, имеющего продольные края 43, которые сводят вместе с взаимным наложением в месте 44 соединения для формирования трубчатого слоя 35. Перекрывающиеся края 43 прикрепляют друг к другу любым подходящим способом для поддержания трубчатой структуры. В этом варианте реализации изобретения перекрывающиеся края 43 прикрепляют друг к другу сваркой горячим расплавом с использованием термоплавкого адгезива. На фиг. 6 перекрывающиеся края 43 показаны на расстоянии друг от друга для простоты, но на практике они фактически находятся в контакте друг с другом с образованием места 44 соединения, как показано на фиг. 7. Структурная целостность места 44 соединения впоследствии образуется за счет впитывания смолистого связующего вещества в армирующую сетку 34, из которой сформирован соответствующий трубчатый слой 35. В частности, смолистое связующее вещество пропитывает перекрывающиеся края 43 и скрепляет их друг с другом с образованием химической связи, чтобы дополнить и вытеснить первоначальное скрепление термоплавким адгезивом.

Различные трубчатые слои 35 ориентированы таким образом, что соответствующие места 44 соединения смещены по отношению друг к другу, как показано на фиг. 8. В конструкции, показанной на чертежах, трубчатые слои 35 ориентированы таким образом, что соответствующие места 44 соединения при изготовлении расположены по направлению к нижней стороне 46 трубы 10. Это может обеспечивать преимущество, поскольку нижняя сторона 46 является областью, в которой смолистое связующее вещество весьма вероятно может находиться в избытке для увеличения скрепления с образованием химической связи между перекрывающимися краями 43 в каждом месте 44 соединения.

Смолистое связующее вещество, пропитывающее армирующую сетку 34, также пропитывает слой войлока 17 на внутреннем вкладыше 15 для выполнения внешней части 13 заодно с внутренней частью 11.

Трубчатые слои 35 армирующей сетки пропитывают смолистым связующим веществом после расположения трубчатых слоев один вокруг другого и поэтому также вокруг внутренней трубы 21, как описано выше. В альтернативной конструкции трубчатые слои 35 армирующей сетки могут быть пропитаны

смолистым связующим веществом после сборки каждого трубчатого слоя. Каждый собранный трубчатый слой армирующей сетки может быть прикреплен к предыдущему внутреннему трубчатому слою армирующей сетки, например, сваркой горячим расплавом. Однако может быть предпочтительным не прикреплять смежные трубчатые слои армирующей сетки, так что каждый слой может свободно перемещаться по отношению к другим для передачи нагрузок и напряжения, при этом каждый слой может принимать свою долю нагрузки.

Как правило, воздух удаляют из трубчатых слоев 35 армирующей сетки перед пропитыванием смолистым связующим веществом.

После пропитывания трубчатых слоев 35 армирующей сетки смолистым связующим веществом, но перед его отверждением, выполненный с возможностью расширения эластичный баллон 24, образованный внутренней трубой 21, расширяют посредством ввода расширительной текучей среды, такой как воздух, в расширительную полость 29. Это вынуждает выполненный с возможностью расширения эластичный баллон 24 расширяться радиально по направлению к гибкой внешней оболочке 31 с образованием формы, соответствующей окружающей внешней части 13. В частности, внешняя часть 13 принимает круговой профиль поперечного сечения.

Непрерывное расширение выполненного с возможностью расширения эластичного баллона 24 по мере его перемещения через сжимающее устройство 125 приводит к растягиванию трубчатых слоев 35 армирующей сетки во всех направлениях, что служит для увеличения несущих свойств в отношении тангенциального и осевого напряжений трубы 10. В частности, расширение служит для предварительного напряжения волокон в трубчатых слоях 35 армирующей сетки, чтобы увеличивать несущие свойства в отношении тангенциального напряжения, а также растягивает в осевом направлении трубчатые слои армирующей сетки для предварительного напряжения в ней волокон в осевом направлении, чтобы увеличивать несущие свойства в отношении растягивающих нагрузок трубы 10.

Гибкая внешняя оболочка 31 служит для оказания сопротивления радиальному расширению трубчатых слоев 35 армирующей сетки, вынуждая, таким образом, элемент 32 жесткости подвергаться радиальному сжатию. При таком размещении элемент 32 жесткости оказывается заключен в пространстве 45 между расширяющейся внутренней трубой 21 и гибкой внешней оболочкой 31. Радиально расширяющаяся внутренняя труба 21 работает совместно с гибкой внешней оболочкой 31 для удержания элемента 32 жесткости, а также вынуждает постепенно уменьшаться объем пространства 45, в котором заключен элемент 32 жесткости. Это заставляет смолистое связующее вещество внутри элемента 32 жесткости полностью пропитывать элемент 32 жесткости; то есть слои 33 армирующей сетки 34, выполненные в виде трубчатого слоя 35, становятся полностью "смоченными". В частности, этим обеспечивается создание уплотняющей силы для элемента 32 жесткости и эффективное перекачивание смолистого связующего вещества через слои 33 армирующей сетки 34 для распределения смолистого связующего вещества внутри пространства 45 с принудительным движением управляемым образом. Конкретной особенностью данного варианта реализации изобретения является то, что этап подачи смолистого связующего вещества к элементу жесткости и этап полного смачивания элемента 32 жесткости смолистым связующим веществом представляют собой отдельные различные операции.

Кроме того, постепенное уменьшение объема пространства 45, в котором заключен элемент 32 жесткости, приводит к позитивному вытеснению воздуха из указанного пространства 45, в результате чего усиливается впитывание смолистого связующего вещества внутри элемента 32 жесткости. Внешняя оболочка 31 и различные трубчатые слои 35 армирующей сетки могут быть выполнены для облегчения выталкивания воздуха. Дышащий слой, образованный волокнистым внутренним слоем внешней оболочки 31, что облегчает выталкивание воздуха. Кроме того, внешняя оболочка 31 и различные трубчатые слои 35 армирующей сетки могут, например, включать в себя вентиляционные отверстия через интервалы вдоль своих соответствующих длин для облегчения выталкивания воздуха, как показано на фиг. 9. В одной конструкции вентиляционные отверстия 48 могут содержать перфорационные отверстия, такие как пробивные отверстия, выполненные во внешней оболочке 31 и различных трубчатых слоях 35 армирующей сетки. В такой конструкции перфорационные отверстия, в конечном счете, уплотняют смолистым связующим веществом для обеспечения целостности трубы 10 в отношении уплотнения. Еще в одном варианте вентиляционные отверстия могут содержать патрубки, вставленные во внешнюю оболочку 31 и различные трубчатые слои 35 армирующей сетки. Патрубки могут, например, содержать трубчатые вставки, выполненные из материала, который растворяется или иным образом разрушается при воздействии на него смолистого связующего вещества. В такой конструкции указанные отверстия, в которых были размещены патрубки, в заключении уплотняют смолистым связующим веществом для обеспечения целостности трубы 10 в отношении уплотнения.

Гибкая внешняя оболочка 31 может обладать некоторой упругостью для оказания податливого сопротивления радиальному расширению трубчатых слоев 35 армирующей сетки, по меньшей мере, в некоторой степени. Таким образом, гибкая внешняя оболочка 31 может смягчить начальный этап радиального расширения трубчатых слоев 35 армирующей сетки. В частности, необходимо, чтобы гибкая внешняя оболочка 31 обладала некоторой эластичностью. Гибкая внешняя оболочка 31 может быть выполнена несколько упруго эластичной с целью улучшения управления скоростью, с которой постепенно под-

нимающийся уровень смолистого связующего вещества постепенно смачивает элемент 32 жесткости. Если, с другой стороны, смолистое связующее вещество поднимается внутри пространства 45 слишком быстро, может не обеспечиваться полное смачивание волокон в элементе 32 жесткости. Если, с другой стороны, смолистое связующее вещество поднимается внутри пространства 45 слишком медленно, смолистое связующее вещество может начать отверждаться до достижения полного смачивания волокон в элементе 32 жесткости.

Упругая природа гибкой внешней оболочки 311, смонтированной вокруг собранного вокруг элемента 32 жесткости выступает в качестве, так сказать, пояска для управления внешним давлением, воздействующим на поднимающийся уровень смолистого связующего вещества. Упругость гибкой внешней оболочки 31 выбирают такой, чтобы достичь необходимой скорости смачивания. Упругая сила, создаваемая внешней оболочкой 31, обеспечивает некоторое уравновешивание напряжения, создаваемого выполненным с возможностью расширения эластичным баллоном 24, образованным внутренней трубой 21.

Выполненный с возможностью расширения эластичный баллон 24 удерживают в расширенном состоянии столько времени, чтобы произошло достаточное отверждение смолистого связующего вещества для сохранения формы и конфигурации трубы, после чего расширительная текучая среда может быть выпущена из расширительной полости 29. Таким образом, формируют трубу 10 с внутренним вкладышем 15, образующим центральный проточный канал внутри трубы.

Внутренняя труба 21 может быть выполнена или может быть собрана на рабочей площадке в качестве части процесса изготовления трубы 10.

В условиях предварительного формирования внутренней трубы 21 она может быть доставлена к рабочей площадке в сплющенном состоянии. Внутренняя труба 21 может быть сплющена любым подходящим способом. Как правило, внутренняя труба 21 может принимать сплющенное состояние посредством складывания по определенной схеме для образования компактной структуры в профиле поперечного сечения. В конструкциях, показанных на фиг. 10 и 11, внутренняя труба 21 сплющена в плоское состояние в профиле поперечного сечения с использованием схемы складывания, по которой образовано два продольных боковых участка 51 и сложенные участки 52 между ними. При таком размещении продольные боковые участки 51 могут быть в соединительном контакте друг с другом для образования компактной структуры. В конструкциях, показанных на фиг. 12-15, внутренняя труба 21 сплющена в плоское состояние в профиле поперечного сечения с использованием схемы складывания, по которой образовано два продольных боковых участка 53 и между ними сложенные участки 54, сложенные с входящим углом. При таком размещении участки 54, сложенные с входящим углом, каждый проходят внутрь от одной продольной стороны сплющенной внутренней трубы 21. Фиг. 13 представляет собой схематичный вид в поперечном разрезе внутренней трубы 21, показанной в сложенном состоянии. На фиг. 14 внутренняя труба 21 показана в частично плоском состоянии. На фиг. 15 внутренняя труба показана в полностью плоском состоянии. Внутренняя труба 21 принимает различные состояния на различных этапах во время изготовления трубы 10.

Элемент 32 жесткости собирают вокруг внутренней трубы 21. В частности, трубчатые слои 35 армирующей сетки собирают последовательно вокруг внутренней трубы 21. Как описано выше, каждый из трубчатых слоев 35 армирующей сетки собирают из соответствующей полосы 41 материала армирующей сетки, имеющего продольные края 43, которые сводят вместе с взаимным наложением на месте 44 соединения для формирования конструкции трубы. Различные трубчатые слои 35 размещают в последовательности 36, содержащей самый внутренний трубчатый слой 35a, самый наружный трубчатый слой 35b и один или большее количество промежуточных трубчатых слоев 35c, расположенных между самым внутренним трубчатым слоем 35a и самым наружным трубчатым слоем 35b. Трубчатые слои 35 в этой последовательности имеют постепенно увеличивающиеся диаметры, чтобы обеспечивать хорошую подгонку и выравнивание относительно друг друга и, таким образом, гарантировать определенную точность при изготовлении трубы 10. Для обеспечения приспособления постепенно увеличивающихся диаметров между трубчатыми слоями 35 соответствующие полосы 41 материала армирующей сетки должны быть разной ширины, с постепенным увеличением ширины от самого внутреннего трубчатого слоя 35a до самого наружного трубчатого слоя 35b. Каждый трубчатый слой 35 выполнен с возможностью расширения, раскладывания или разворачивания до своего максимального диаметра за счет силы расширения текучей среды, нажимающей на внутреннюю трубу 21, чтобы полностью расширить указанную сборку и волокна внутри нее для выдерживания нагрузок трубы 10 во время работы.

Как описано выше, различные трубчатые слои 35 в последовательности 36 ориентированы таким образом, что соответствующие места 44 соединения смещены по отношению друг к другу, как лучше всего показано на фиг. 8.

Каждый трубчатый слой 35 собирают из его соответствующей полосы 41 посредством постепенного перемещения полосы через переходный участок из первого состояния, в котором полоса плоская, во второе состояние, в котором полоса находится в трубчатой конфигурации с перекрывающимися краями 43. На фиг. 16 полоса 41 изображена со своей секцией 41 в первом (плоском) состоянии и еще одной своей секцией 41b во втором (трубчатом) состоянии. В первом состоянии полоса 41 может храниться в форме 55 бухты на катушке 56, как показано на фиг. 16.

Сборочная система 60 используется для постепенного перемещения соответствующей полосы 41 через переходный участок из первого (плоского) состояния во второе (трубчатое) состояние и для прикрепления перекрывающихся краев 43 друг к другу с образованием места 44 соединения и, таким образом, формирования трубчатого слоя 35. По мере перемещения полосы 41 через переходный участок из первого (плоского) состояния во второе (трубчатое) состояние она постепенно охватывает внутреннюю трубу 21.

Сборочная система 60 содержит направляющую систему 61 для постепенного перемещения соответствующей полосы 41 через переходный участок из первого (плоского) состояния во второе (трубчатое) состояние. Направляющая система 61, как лучше всего показано на фиг. 17, содержит направляющую 62, имеющую корпус 63, в котором образованы входной конец 64, выходной конец 65 и направляющая траектория 66, проходящую между входным концом и выходным концом. Корпус 63 выполнен в виде трубчатой конструкции 67, имеющей продольные участки 68 граничных краев, которые расположены с перекрытием и на расстоянии друг от друга для образования продольного промежутка 69 между ними. Трубчатая конструкция 67 выполнена так, что направляющая траектория 66 сужается внутрь от входного конца 64 к выходному концу 65. При таком размещении трубчатая конструкция 67 образует сужающуюся направляющую поверхность 67a, которая представлена для соответствующей полосы 41 по мере ее продвижения по направляющей траектории 66 от входного конца 64 к выходному концу 65 и которая постепенно перемещает полосу 41 через переходный участок из первого (плоского) состояния на входном конце 64 во второе (трубчатое) состояние на выходном конце. По мере продвижения полосы 41 вдоль направляющей поверхности 67a продольные граничные края 43 полосы постепенно подворачивают внутрь сужающимся профилем, при этом один край из продольных граничных краев 43 полосы 41 частично входит в продольный промежуток 69 в трубчатой конструкции 67, а другой край из продольных граничных краев 43 нависает над внутренним граничным краем 68a. При таком размещении продольные края 43 постепенно сводят вместе с взаимным наложением в готовности прикрепления друг к другу с образованием места 44 соединения и завершения формирования трубчатого слоя 35.

По мере процесса сборки полосы 41 в трубчатую конфигурацию для формирования трубчатого слоя 35 внутренняя труба 21 также перемещается вдоль направляющей траектории 66 от входного конца 64 и выходного конца 65. Таким образом, трубчатый слой 35 может быть собран вокруг внутренней трубы 21 и, таким образом, охватывать его.

Аналогичным образом, самый внутренний промежуточный трубчатый слой 35c может быть собран вокруг трубчатого слоя 35a и внутренней трубы 21, вокруг которой сформирован трубчатый слой 35a, и затем любые другие промежуточные трубчатые слои 35c и, в конечном счете, самый наружный трубчатый слой 35b может быть собран вокруг предшествующих трубчатых слоев 35.

Трубчатая конструкция 67 может включать в себя средство для притягивания и удержания полосы 41 с упором в направляющую поверхность 67a. Такое средство может содержать систему отсоса, включающую в себя множество отверстий в направляющей поверхности 67a, к которой применяется отсасывание для протягивания полосы 41 в контакт с направляющей поверхностью по мере перемещения полосы по направляющей траектории 66.

Сборочная система 60 также содержит направляющий ролик 71, вокруг которого соответствующая полоса 41 совершает поворот по своей траектории от катушки 56 к входному концу 64 трубчатой конструкции 67, чтобы осуществлять точное выравнивание полосы 41 для входа в трубчатую конструкцию 67.

Сборочная система 60 также содержит систему 71 скрепления с образованием химической связи для прикрепления перекрывающихся краев 43 друг к другу с образованием места 44 соединения и, таким образом, завершения формирования трубчатого слоя 35. Система 71 скрепления с образованием химической связи, которая показана на фиг. 18, содержит средство 72 для нанесения термоплавкого адгезива между перекрывающимися краями 43 и затем сведения вместе краев с образованием места 44 соединения. В показанном конструктивном решении такое средство 72 содержит подающую головную часть 73 для подачи одной или большего количества лент 74 термоплавкого адгезива между перекрывающимися краями 43. Подающая головная часть 73 выполнена с возможностью приема подаваемого термоплавкого адгезива из источника 75 посредством линии подачи.

Система 71 скрепления с образованием химической связи также содержит средство 76 для сведения вместе перекрывающихся краев 43 с термоплавким адгезивом между ними с образованием места 44 соединения. В показанном конструктивном решении такое средство 76 содержит пресс 77 для сжатия перекрывающихся краев 43 друг с другом. Пресс 77 содержит два взаимодействующих нажимных ролика 78, между которыми проходят перекрывающиеся края 43, предназначенных для сжатия друг с другом с образованием места 44 соединения посредством термоплавкого адгезива. Хотя на чертежах не показано, но сборочная система 60 может также содержать средство для способствования быстрому отверждению термоплавких адгезивов. Такое средство может содержать устройство для подачи охлаждающего вещества, такого как холодный воздух, к области возле места 44 соединения и вокруг него.

Процесс изготовления трубы 10 согласно этому варианту реализации изобретения будет теперь описан более подробно. В этом варианте реализации изобретения трубу 10 изготавливают на непрерывной основе и постепенно укладывают в траншею 79, выкопанную для приема трубы. Трубу 10 уклады-

вают в траншею 79 перед отверждением смолистого связующего вещества, которое пропитывает армирующую сетку 34, а также слой войлока 17 на внутреннем вкладыше 15. Отверждение происходит после укладки трубы 10 в траншею 79. Таким образом, труба 10 находится в гибком состоянии для облегчения ее направления в траншее и укладки в необходимое положение и отверждается уже в необходимом положении.

Со ссылкой, в частности, на фиг. 1, трубу 10 собирают в подвижной монтажной установке 80, выполненной в виде транспортного средства, которое может перемещаться вдоль траншеи 79 с обеспечением возможности протягивания непрерывно формируемой трубы 10 из подвижной монтажной установки 80 в траншее 79. Труба 10 может быть отверждена в траншее 79 любым подходящим способом. В проиллюстрированной конструкции выполнен отвердительный блок 71 для постепенного перемещения вдоль траншеи 79 для оказания на недавно уложенную секцию трубы отверждающего воздействия. Отвердительный блок 81 может, например, подавать тепло или другое излучение, такое как ультрафиолетовое излучение или свет (в соответствии с характером смолистого связующего вещества) к трубе 10 для облегчения процесса отверждения. В альтернативной конструкции смолистое связующее вещество может включать в себя подходящий катализатор для обеспечения отверждения трубы в окружающих внешних условиях.

Подвижная монтажная установка 80 содержит сборочную линию 82 для сборки труб, как показано на фиг. 19 (состоящей из двух частей, представленных на фиг. 19А и 19В).

Со ссылкой на фиг. 19А, сборочная линия 82 для сборки труб содержит источник подачи материала 83, используемого в форме полосы и хранящегося в бухте 85. Материал 83 обеспечивает создание внутреннего вкладыша 15 со слоем из смоляного поглотительного материала 17, прикрепленного к нему с образованием химической связи. Материал 83 постепенно разматывают из бухты 85 и перемещают в виде полосы 23 к первой сборочной станции 87, на которой из нее формируют внутреннюю трубу 21. Как описано ранее, полосу 23 прокатывают продольно в трубчатую конфигурацию для выполнения внутренней трубы 21, с соединенными продольными краями 25 для образования соединения 26, а соединительную полосу 27 наносят на внутреннюю сторону внутренней трубы 21 для перекрытия соединения 26 и создания непрерывного уплотненного в отношении текучей среды соединения.

Сборочная линия 82 также содержит одну или большее количество источников подачи материалов 91, каждый из которых выполнен в форме полосы и хранится в форме 55 бухты на соответствующих катушках 56. В конструкции, показанной на фиг. 19А, используются две катушки 56, но возможно также другое количество. Материал 91 обеспечивает армирующую сетку 34, включающую в себя волокна элемента жесткости, имеющие четырехосные ориентации волокон. Материал 91 постепенно разматывают с соответствующей катушки 56 и перемещают в виде полосы 41 ко второй сборочной станции 95, на которой из нее формируют соответствующий трубчатый слой 35 армирующей сетки вокруг внутренней трубы 21. Как описано ранее, каждый трубчатый слой 35 армирующей сетки собирают из полосы 41 материала армирующей сетки, имеющего продольные края 43, которые сводят вместе с взаимным наложением для формирования трубчатого слоя. Перекрывающиеся края 43 прикрепляют друг к другу для поддержания трубчатой структуры. В этом варианте реализации изобретения, перекрывающиеся края 43 прикрепляют друг к другу сваркой горячим расплавом. Соответствующие трубчатые слои 35 расположены один вокруг другого, а также расположены вокруг внутренней трубы 21, как было упомянуто выше. Соседние слои 33 сетки могут быть скреплены друг с другом посредством горячей сварки или процесса образования химической связи. Слои могут содержать материал для образования химической связи или формования для более эффективного удержания слоев друг с другом. Указанное может, например, включать мат из рубленого стекловолокна, войлок или покров для увеличения сдвига между слоями высокопрочной четырехосной сетки и обеспечения более свободного выпуска воздуха из полученного слоистого материала.

Трубчатые слои 35 армирующей сетки и внутренняя труба 21 обеспечивают образование конструкции 100 трубы. Конструкцию 100 трубы перемещают к третьей станции 103, на которой ее сжимают между нажимными роликами 105, чтобы извлечь из нее воздух и побудить смолистое связующее вещество вступить в непосредственный контакт с элементом 32 жесткости и соседним слоем 17 из смоляного поглотительного материала.

Конструкцию 100 трубы затем перемещают к четвертой станции 105, на которой ее пропитывают смолистым связующим веществом. В проиллюстрированном варианте конструкцию 100 трубы пропускают через смоляную ванну 107 с обтеканием между роликами 109 для добавления смолистого связующего вещества в войлок 17 и армирующую сетку 34. По меньшей мере несколько роликов 109 приводятся в движение, чтобы способствовать перемещению конструкции 100 трубы.

Конструкцию 100 трубы затем перемещают к пятой станции 111, на которой труба взаимодействует с очищающими роликами 113 для удаления избытка смолистого связующего веществ, которое может быть собрано в водосборной зоне 115.

Конструкцию 100 трубы, которая теперь пропитана смолистым связующим веществом, затем перемещают к шестой станции 117, на которой производят монтаж гибкой внешней оболочки 31 для завершения сборки конструкции 100 трубы. Со ссылкой на фиг. 19В собранную конструкцию 100 трубы затем

перемещают к седьмой станции 121, на которой выполнено сжимающее устройство 125, содержащее два бесконечных привода 127, образующих канал 129, через который может проходить конструкция 100 трубы. Собранную конструкцию 100 трубы сжимают в канале 129 для образования запирающей зоны 123, блокирующей проход воздуха вдоль внутренней части собранной конструкции трубы. Два бесконечных привода 127 включают в себя противоположные элементы 131, такие как выступы, которые взаимодействуют для обжатия конструкции 100 трубы через интервалы и закрытия ее для прохода воздуха с обеспечением возможности прохода впитываемого смолистого связующего вещества, содержащегося внутри конструкции трубы, через суженный канал 129.

Сжимающее устройство 125 также функционирует для приложения тягового усилия к собранной конструкции 100 трубы, чтобы перемещать ее по своей траектории.

Секцию 100а собранной конструкции 100 трубы позади сжимающего устройства 125 расширяют посредством ввода расширительной текучей среды, такой как воздух, в ее внутреннюю часть, которая образует расширительную полость 29. Это вынуждает собранную конструкцию 100 расширяться как радиально, так и в осевом направлении для придания ей формы. Расширение собранной конструкции 100 трубы приводит к растягиванию труб 35 армирующей сетки во всех направлениях, следствием чего является улучшение несущих свойств в отношении тангенциального и осевого напряжений трубы 10. В частности, расширение служит для предварительного напряжения волокон в трубчатых слоях 35 армирующей сетки для увеличения несущих свойств в отношении тангенциального напряжения, а также растягивает в осевом направлении трубчатые слои армирующей сетки для предварительного напряжения в ней волокон в осевом направлении, чтобы увеличивать несущие свойства в отношении растягивающих нагрузок трубы 10.

Расширительная текучая среда не может выйти из расширительной полости 29, поскольку конец закрыт запирающей зоной 123 собранной конструкции 100 трубы, как было объяснено ранее. Другими словами, сжимающее устройство 125 функционирует в качестве клапана, чтобы запирать внутреннюю часть трубчатой конструкции 100 для предотвращения выхода расширительной текучей среды из расширительной полости 29. Кроме того, сжимающее устройство 125 действует в качестве тормоза для сохранения расширяющих нагрузок, развиваемых расширением внутренней трубы 21 расширительной текучей средой. Кроме того, сжимающее устройство 125 действует в качестве привода, чтобы запустить процесс до начала расширения.

Как описано ранее, гибкая внешняя оболочка 31 служит для оказания сопротивления радиальному расширению трубчатых слоев 35 армирующей сетки, вынуждая, таким образом, элемент 32 жесткости подвергаться радиальному сжатию. Элемент 32 жесткости заключен в пространстве 45 между расширяющейся внутренней трубой 21 и гибкой внешней оболочкой 31. Радиально расширяющаяся внутренняя труба 21 работает совместно с гибкой внешней оболочкой 31, чтобы заставить объем пространства 45, в котором заключен элемент 32 жесткости, постепенно уменьшаться. Это заставляет смолистое связующее вещество внутри элемента 32 жесткости постепенно повышаться внутри пространства 45 с вытеснением воздуха и, в конечном счете, полностью пропитывать элемент 32 жесткости; то есть слои 33 армирующей сетки 34, выполненные в виде трубчатого слоя 35, становятся полностью "смоченными". Таким образом, смолистое связующее вещество принуждается к проходу через слои 33 армирующей сетки 34 для распределения смолистого связующего вещества внутри пространства 45 с принудительным движением управляемым образом.

Конкретной особенностью этого варианта реализации изобретения является то, что этап подачи смолистого связующего вещества к элементу 32 жесткости и этап полного смачивания элемента 32 жесткости смолистым связующим веществом представляют собой отдельные различные операции. В частности, смолистое связующее вещество вводят в трубчатую конструкцию 100 до того, как последнее пройдет через сжимающее устройство 125, и смолистое связующее вещество вынуждают осуществлять полное смачивание элемента 32 жесткости после введения расширительной текучей среды в расширительную полость 29 после пропуска трубчатой конструкции 100 через сжимающее устройство 125.

Кроме того, постепенное уменьшение объема пространства 45, в котором заключен элемент 32 жесткости, приводит к позитивному вытеснению воздуха из указанного пространства 45, в результате чего усиливается впитывание смолистого связующего вещества внутри элемента 32 жесткости, как описано выше.

На этом этапе смолистое связующее вещество еще не отверждено и поэтому секция 10а трубы 10, собранная в подвижной монтажной установке 80, находится в гибком состоянии. Неотвержденная секция 10а трубы 10 покидает подвижную установку 80 и ее направляют в траншею 79, как упомянуто ранее. Труба 10 может быть отверждена в траншее 79 любым подходящим способом. В проиллюстрированной конструкции отвердительный блок 71 постепенно перемещается вдоль траншеи 79 для оказания на недавно уложенную секцию трубы отверждающего воздействия.

Собранную конструкцию 100 трубы удерживают в расширенном состоянии столько времени, чтобы произошло достаточное отверждение смолистого связующего вещества для сохранения формы и конфигурации трубы 10, после чего расширительная текучая среда может быть выпущена из расширительной полости 29. Таким образом, формируют трубу 10 с внутренним вкладышем 15, образующим централь-

ный проточный канал внутри трубы.

Поскольку трубчатую конструкцию 100 собирают постепенно, как было описано, можно предположить, что у нее должен быть входной конец 133 и выходной конец 135. Как правило, расширительную текучую среду, такую как воздух, для внутренней трубы 21 вводят через входной конец 133 трубчатой конструкции 100.

Входной конец 133 показан на фиг. 20. В показанном конструктивном решении входной конец 133 оснащен концевым фитингом 136, который содержит концевой участок 137 с буртиком и муфтовый участок 138. Концевой фитинг 136 устанавливают на входной конец 133 сразу после того, как он появляется из сжимающего устройства 125. Процесс монтажа включает в себя вставку муфтового участка 138 в указанный конец трубчатой конструкции 100 с последующим зажимом начального конца 133 муфтового участка, как правило, зажимными средствами 139, такими как скобы или хомуты. На начальном конце 133 может быть смонтирована манжета (не показано), чтобы придать ему форму для приема муфтового участка 138 концевого фитинга 136.

Участок 137 с буртиком средства 141 обеспечения сообщения с линией 142 для текучей среды для подачи расширительной текучей среды во внутреннюю трубу 21. В показанном конструктивном решении средства 152 включают в себя патрубок 143, через который проходит концевая секция линии 142 для подачи текучей среды.

Выходной конец 135 показан на фиг. 21 и 22. В показанном конструктивном решении выходной конец 135 оснащен концевым фитингом 144, закрывающим этот конец. Концевой фитинг 144 содержит зажим 145, выполненный с возможностью зажатия трубчатой конструкции для плотного закрытия выходного конца 135. Зажим 145 выполнен с возможностью размещения на трубчатой конструкции 100 после ее сборки, но перед ее проходом через сжимающее устройство 125. Зажим 145 выполнен с возможностью прохода вдоль канала 129 между двумя бесконечными приводами 127, не мешая работе противоположных элементов 131, которые взаимодействуют для обжатия конструкции 100 трубы через интервалы вдоль канала 129. Указанная конструкция выполнена таким образом, что зажим 145 перемещается синхронизировано с двумя бесконечными приводами 127 так, что положение зажима 145 вдоль проходного канала ни на каком этапе не совпадает с местом, в котором обжимается трубчатая конструкция 100 с закрытием посредством взаимодействующих противоположных элементов 131 двух бесконечных приводов 127. Таким образом, зажим 145 выполнен с возможностью прохода вдоль канала 129 с прикреплением к трубчатой конструкции 100, не мешая работе противоположных элементов 131.

В некоторых условиях может быть необходимым, чтобы концевая секция трубчатой конструкции 100 находилась возле выходного конца 135 и имела определенный профиль поперечного сечения. В таких условиях может быть использована система 146 формирования профиля, как показано на фиг. 22. Система 146 формирования профиля содержит внешний форм-блок 147, соответствующий необходимому профилю, при этом размещение таково, что концевая секция трубчатой конструкции 100 возле выходного конца 135 проходит через форм-блок 147 после выхода из сжимающего устройства 125. Внутреннее давление может быть приложено к концевой секции трубчатой конструкции 100 возле выходного конца 135 для того, чтобы поджать концевую секцию наружу в контакт с форм-блоком 147, так что необходимый профиль может быть применен для концевой секции. В показанном конструктивном решении внутреннее давление прикладывают посредством расширительного узла, содержащего выполненный с возможностью расширения эластичный баллон 148 и соответствующую гибкую линию 149 для подачи текучей среды, по которой может быть подана расширительная текучая среда для расширения эластичного баллона 148. Расширительный эластичный баллон 148 выполнен с возможностью вставки в концевую секцию трубчатой конструкции 100 возле выходного конца 135 перед прикреплением зажима 145 к выходному концу 135. Линия 149 для подачи текучей среды проходит наружу трубчатой конструкции 100 с проходом через отверстие, выполненное для этой цели в трубчатой конструкции 100. Выполненный с возможностью расширения эластичный баллон 148 вставляют в концевую секцию трубчатой конструкции 100 в нерасширенном состоянии и пропускают через сжимающее устройство 125 в нерасширенном состоянии вдоль гибкой линии 149 для подачи текучей среды. Эластичный баллон 148 расширяют после покидания выходным концом 135 сжимающего устройства 125, но перед началом взаимодействия концевой секции трубчатой конструкции 100 возле выходного конца 135 с форм-блоком 147. Расширение эластичного баллона 148 приводит к приложению внутреннего давления к концевой секции трубчатой конструкции 100 возле выходного конца 135, поджимая, таким образом, концевую секцию наружу в контакт с форм-блоком 147, так что обеспечивается возможность выполнения концевой секции с необходимым профилем.

Конкретной особенностью этого варианта реализации изобретения является то, что этап подачи смолистого связующего вещества к элементу 32 жесткости и этап полного смачивания элемента 32 жесткости смолистым связующим веществом представляют собой отдельные различные операции. В частности, смолистое связующее вещество подают к элементу жесткости перед проходом трубчатой конструкции 100 через сжимающее устройство 125. Внутреннюю трубу 21 расширяют после пропуска трубчатой конструкции 100 через сжимающее устройство 125.

Расширение внутренней трубы.

Со ссылкой на фиг. 23 (состоящей из двух частей, фиг. 23А и 23В) показана сборочная линия 150 для сборки трубы согласно второму варианту реализации. Сборочная линия 150 для сборки трубы в некотором отношении похожа на сборочную линию 81 для сборки трубы, используемую для первого варианта реализации, и для обозначения соответствующих частей используются соответствующие позиционные обозначения.

Второй вариант реализации изобретения не использует смоляную ванну (как это было в случае первого варианта реализации) для пропитывания конструкции 100 трубы смолистым связующим веществом. В данном случае смолистое связующее вещество подают к собранной конструкции 100 трубы.

Со ссылкой на фиг. 23А гибкую внешнюю оболочку 31 монтируют вокруг собранного участка конструкции 100 внешней трубы с обеспечением содержания смолистого связующего вещества, как вскоре будет более подробно описано. Внешняя оболочка 31 может быть выполнена из любого подходящего материала, включая, например, полиэтилен. Внешняя оболочка 151 может быть оставлена на месте и, в конечном счете, образовывать выполненную заодно часть трубы, или она может быть впоследствии удалена после выполнения своего назначения. Материал 153, из которого собирают внешнюю оболочку 31, выполнен в форме полосы и хранится в бухте 155. Материал 153 постепенно разматывают из бухты 155 и перемещают в виде полосы 156 на станцию 157, на которой из нее собирают трубу 159, обеспечивающую формирование внешней оболочки 31. Трубу 159 собирают из полосы 156 сведением вместе продольных краев этой полосы с взаимным наложением для формирования трубы. Перекрывающиеся края прикрепляют друг с другом для поддержания трубчатой структуры любым подходящим средством, например сшиванием, сваркой или обработкой степлером.

Смолистое связующее вещество подают в гибкую внешнюю оболочку 31 через ее открытый конец 161. Смолистое связующее вещество подают по линии 163 подачи, которая проходит в гибкую внешнюю оболочку 31 через открытый конец 161 и имеет выходной конец 162, расположенный внутри открытого конца 161. Линия 163 подачи принимает смолу из резервуара 165, такого как расходный бак. Для прокачивания смолы по линии 163 подачи от резервуаров 165 к выходному концу 162 используется насос 167. Смолистое связующее вещество подают в гибкую внешнюю оболочку 31, где оно стремится принять уровень 171 в нижней части трубы 159, чем обеспечивается создание внешней оболочки 31.

Собранную конструкцию 100 трубы сжимают для образования запирающей зоны 123 посредством сжимающего устройства 125, содержащего два бесконечных привода 127. Противоположные элементы 131 (такие как выступы) на двух бесконечных приводах 127 взаимодействуют для обжатия конструкции 100 трубы и закрытия ее в отношении прохода воздуха с обеспечением возможности прохода впитываемого смолистого связующего вещества, содержащегося в гибкой внешней оболочке 31, через суженный канал 129. Работа взаимодействующих элементов 131 служит для обжатия собранной конструкции 100 трубы через интервалы вместе с внешней оболочкой 31. Это вынуждает смолистое связующее вещество, которое содержится во внешней оболочке 31 и которое образует уровень в ее нижней части, собираться в "лужицах" в секциях внешней оболочки 31 между каждой совокупностью взаимодействующих элементов 131, как показано на фиг. 24.

По мере постепенного перемещения собранной конструкции 100 трубы за сжимающий канал 129, образованный устройством 125, уровень 171 смолистого связующего вещества постепенно повышается в кольцевом пространстве 45 между внутренним вкладышем 21 и окружающей гибкой внешней оболочкой 31. Это происходит потому, что расширяющаяся внутренняя труба 21 постепенно уменьшает размер поперечного сечения кольцевого пространства 45, вызывая, таким образом, постепенное повышение уровня 171 смолистого связующего вещества. Указанное схематично показано на фиг. 8В и фиг. 10-16, на которых поверхность уровня 171 имеет позиционное обозначение 177. Поднимающийся уровень 171 смолистого связующего вещества внутри кольцевого пространства 45 постепенно вытесняет воздух внутри кольцевого пространства. Внешнюю оболочку 31 изготавливают для облегчения вытеснения воздуха. При этом могут использоваться клапаны для медленного выпуска воздуха во внешней оболочке 31 через интервалы вдоль его длины и нетканые дышащие материалы в качестве внешней оболочки для облегчения выпуска воздуха из трубы и вдоль указанной длины трубы. Помимо этого или в альтернативном варианте реализации изобретения вдоль указанной длины трубчатой конструкции 100 могут быть выполнены места разрежения.

Поверхность 177 постепенно поднимающегося уровня 171 формирует волновой профиль, как показано линией 179 на фиг. 23В.

Постепенно поднимающийся уровень 171 смолистого связующего вещества приводит к постепенному смачиванию элемента 32 жесткости и соседнего смоляного поглотительного слоя 17 внутреннего вкладыша 21.

В конечном счете, собранная конструкция 100 трубы полностью пропитывается смолистым связующим веществом.

Со ссылкой на фиг. 32-43 показана часть сборочной линии 200 для сборки трубы согласно третьему варианту реализации. Сборочная линия 200 для сборки трубы в некотором отношении похожа на сборочную линию 150 для сборки трубы, используемой для второго варианта реализации, и для обозначения соответствующих частей используются соответствующие позиционные обозначения.

Сборочная линия 150 для сборки трубы, используемая для второго варианта реализации, использует гибкую внешнюю оболочку 31, смонтированную вокруг собранной конструкции 100 внешней трубы с обеспечением содержания смолистого связующего вещества и образует постепенно поднимающийся уровень 171 смолистого связующего вещества для постепенного смачивания собранной конструкции 100 трубы.

Сборочная линия 200 для сборки трубы, используемая для третьего варианта реализации также использует гибкую внешнюю оболочку 31 с обеспечением содержания смолистого связующего вещества внутри собранной конструкции 100 внешней трубы и образует постепенно поднимающийся уровень 171 смолистого связующего вещества.

В этом третьем варианте реализации, гибкая внешняя оболочка 31 выполнена эластичной с целью улучшения управления скоростью, с которой постепенно поднимающийся уровень 171 смолистого связующего вещества постепенно осуществляет смачивание собранной конструкции 100 трубы. Если, с другой стороны, уровень 171 смолистого связующего вещества поднимается внутри кольцевого пространства 45 слишком быстро, может не обеспечиваться полное смачивание волокон в собранной конструкции 100 трубы. Если, с другой стороны, уровень 171 смолистого связующего вещества поднимается внутри кольцевого пространства 45 слишком медленно, смолистое связующее вещество может начать отверждаться до достижения полного смачиванием волокон в собранной конструкции 100 трубы.

Упругий характер гибкой внешней оболочки 31 проявляется в качестве, так сказать, ограничительного пояса для управления внешним давлением, воздействующим на поднимающийся уровень 171 смолистого связующего вещества. Упругость гибкой внешней оболочки 31 подбирают такую, чтобы достичь необходимой скорости смачивания. Упругая сила, создаваемая внешней оболочкой 31, обеспечивает некоторое уравновешивание напряжения, создаваемого посредством расширения внутренней трубы 21.

В этом варианте реализации изобретения конструкцию 100 трубы сжимают перед монтажом эластичной гибкой внешней оболочки 31 для завершения сборки конструкции трубы. В показанном конструктивном решении сжатие конструкции 100 трубы достигается посредством ее прохода через сжимающее устройство 180, которое выполнено в виде воронки.

Со ссылкой на фиг. 44 показана часть сборочной линии 300 для сборки трубы согласно четвертому варианту реализации. Сборочная линия 300 для сборки трубы в некотором отношении похожа на сборочную линию 81 для сборки трубы, используемую для первого варианта реализации изобретения, и для обозначения соответствующих частей используются соответствующие позиционные обозначения.

В этом четвертом варианте реализации изобретения смолистое связующее вещество подают различным трубчатым слоям 35 с формированием элемента 32 жесткости во время сборки конструкции 100 трубы, а не используют смоляную ванну, как это было в случае первого варианта реализации изобретения. Конструкцию 100 трубы собирают постепенно посредством формирования трубчатых слоев 35 армирующей сетки вокруг внутренней трубы 21, при этом каждый трубчатый слой 35 формируют из соответствующей полосы 41 внутри соответствующей сборочной системы 60, как показано на фиг. 44. По мере сбора каждого из трубчатых слоев 35 армирующей сетки на внутреннюю часть трубчатого слоя в определенном количестве наносят смолистое связующее вещество. Кроме того, смолистое связующее вещество может быть разбрызгано, накатано или иным образом нанесено на наружную часть каждого трубчатого слоя 35 после его сборки. В конструкции, показанной на фиг. 44, используется система 301 подачи, выполненная для нанесения порции смолистого связующего вещества на внутреннюю часть каждого трубчатого слоя 35 по мере перемещения соответствующей полосы 41, из которой образованы трубчатые слои, через переходный участок из первого (плоского) состояния во второе (трубчатое) состояние. В конструкции, показанной на фиг. 44, также используется разбрызгивательный валок или иная система 303 для разбрызгивания смолистого связующего вещества на наружную часть каждого трубчатого слоя 35 после его сборки и перед монтажам вокруг него следующего трубчатого слоя 35. При таком размещении смолистое связующее вещество наносят на элемент 32 жесткости, чтобы заполнить большую часть имеющегося объема, обеспечивая при этом возможность перемещения смолистого связующего вещества через различные трубчатые слои 35 для вытеснения воздуха из нижней области пространства 45 между расширяющейся внутренней трубой 21 и гибкой внешней оболочкой 31 к верхней области указанного пространства для последующей вентиляции.

В некоторых применениях может быть необходимым способствование относительно быстрому смачиванию элемента 32 жесткости и соседнего смоляного поглотительного слоя 17 внутреннего вкладыша 21, а не полагаться только на постепенно поднимающийся уровень смолистого связующего вещества, как описано в вышеупомянутых вариантах реализации изобретения. Такое применение может, например, относиться к трубопроводной установке, в которой трубчатая конструкция 100 имеет наклонную секцию, в которой под влиянием силы тяжести может мигрировать смолистое связующее вещество в нижнем направлении, а удовлетворительное смачивание элемента 32 жесткости и соседнего смоляного поглотительного слоя 17 внутреннего вкладыша 21 может не обеспечиваться.

Со ссылкой на фиг. 45, 46 и 47 показана часть сборочной линии 400 для сборки трубы согласно пятому варианту реализации. Сборочная линия 400 для сборки трубы в некотором отношении похожа на сборочную линию 81 для сборки трубы, используемой для первого варианта реализации, и для обозначе-

ния соответствующих частей используются соответствующие позиционные обозначения.

В показанном варианте секция 401 трубчатой конструкции 100 имеет несколько крутой наклон, что смолистое связующее вещество смогло бы мигрировать в нижнем направлении под влиянием силы тяжести и обеспечивать удовлетворительное смачивание элемента 32 жесткости и соседнего смоляного поглотительного слоя 17 внутреннего вкладыша 21.

Сборочная линия 400 для сборки трубы включает в себя устройство 403 для облегчения относительно быстрого смачивания элемента 32 жесткости и соседнего смоляного поглотительного слоя 17 внутреннего вкладыша 21.

Устройство 403 содержит множество групп 405 роликов, расположенных на расстоянии друг от друга. Каждая группа 405 роликов содержит множество роликов 407, размещенных по кругу 409, образующему центральное круговое пространство 411, через которое обеспечена возможность прохода собранной трубчатой конструкции 100 в сжатом состоянии.

Каждая группа 405 роликов содержит центральную ось 413, выполненную в виде кольца, на которой с возможностью вращения установлены соответствующие ролики 407. Ролики 407 расположены под углом относительно друг друга вследствие кольцевой конфигурации центральной оси 413. Ролики 407 также близко расположены друг к другу. Вследствие такого близкого расположения роликов 407 и под углом цилиндрические поверхности 415 качения роликов 407 взаимодействуют на внутренней стороне 416 кольцевой группы 405 и образуют контактную поверхность 417 качения. Помимо этого, между смежными роликами 407 на наружной стороне 420 кольцевой группы 405 образованы промежутки 419. Группы 405 роликов находятся на расстоянии в осевом направлении относительно друг друга с пространствами 421, образованными между каждыми двумя смежными группами роликов.

Кольца 415 соединены друг с другом для удержания группы 405 роликов в необходимом положении. В показанном конструктивном решении оси 413 соединены друг с другом посредством соединительных стержней 423. Наличие промежутков 419 между смежными роликами 407 на наружной стороне 420 кольцевой группы 405 обеспечивает доступ для соединительных стержней 423 к осям 413.

Устройство 403 выполнено с возможностью постепенного перемещения вдоль собранной трубчатой конструкции 100 после расширения внутренней трубы 21. В конструкции, показанной на фиг. 45, устройство 403 расположено сразу позади устройства 125.

Как правило, устройство 403 тянут вдоль собираемой трубчатой конструкции 100 сразу позади сжимающего устройства 125.

Устройство 403 может также быть выполнено с возможностью передавать вибрацию к трубчатой конструкции 100 для возбуждения смолистого связующего вещества и улучшения процесса смачивания.

При таком размещении трубчатая конструкция 100 подвергается воздействию наподобие перистальтического нажатия при проходе через устройство 403, как схематично изображено на фиг. 48. В частности, трубчатая конструкция 100 сжимается при проходе через каждое центральное круговое пространство 411 и затем расширяется в промежуточных пространствах 419 под действием давления расширения внутри внутренней трубы 21. Это последовательное сжатие и расширение оказывает воздействие на собранную трубчатую конструкцию 100 для распределения смолистого связующего вещества и облегчения относительно быстрого смачивания элемента 32 жесткости и соседнего смоляного поглотительного слоя 17 внутреннего вкладыша 21.

Предыдущие варианты реализации изобретения были описаны в отношении изготовления трубы 10, которую постепенно укладывают в траншею, выкопанную для приема трубы.

Изобретение, включающее трубу согласно различным вариантам реализации, которые были описаны и проиллюстрированы, не ограничивается трубой, которую постепенно укладывают в траншею, выкопанную для размещения трубы. Труба может быть выполнена с возможностью укладки на грунт непосредственно или посредством опорной конструкции, такой как подвесные лотковые опоры, расположенной вдоль ее длины. Труба также может поддерживаться в поднятом состоянии как, например, при установке на промышленном предприятии или химическом заводе.

Конкретной особенностью трубы, изготовленной в соответствии с изобретением, является то, что она может быть изготовлена и затем смонтирована в необходимом положении перед отверждением смолистого связующего вещества. Таким образом, труба может находиться в гибком состоянии для облегчения ее направления в монтажное положение, а затем при нахождении в необходимом положении труба становится жесткой после отверждения смолистого связующего вещества. При таком конструктивном решении труба, пока она находится в гибком состоянии, может быть перенесена или иным образом перемещена в необходимое положение и затем смонтирована перед отверждением смолистого связующего вещества.

Такое конструктивное решение может быть особенно полезным в тех случаях, когда необходимо, чтобы труба проходила по волнообразной траектории вокруг одного или большего количества препятствий или иным образом проходила по извилистой траектории. Для трубопроводов на промышленном предприятии или химическом заводе это может быть обычным явлением.

Со ссылкой на фиг. 49-52 показаны секции трубы 10 согласно шестому варианту реализации. Труба 10 согласно шестому варианту реализации включает в себя одну или большее количество прямых сек-

ций, одна из которых показана на фиг. 49 и имеет позиционное обозначение 501. Труба 10 также включает в себя одну или большее количество изогнутых секций, одна из возможных форм которых показана на фиг. 50 и имеет позиционное обозначение 503, и еще одна возможная форма которой показана на фиг. 51 и имеет позиционное обозначение 505.

Изогнутая секция 503 выполнена в виде кривой большого радиуса, имеющей наружную сторону 507 и внутреннюю сторону 509. Гибкая внешняя оболочка 31 растягивается на наружной стороне 507 и сжимается на внутренней стороне 509 для принятия указанной криволинейности. Волокна внутри элемента 32 жесткости также обладают способностью скользить для принятия указанной криволинейности и распределения нагрузки.

Изогнутая секция 505 выполнена в виде кривой малого радиуса, имеющей наружную сторону 511 и внутреннюю сторону 513. Изогнутая секция 505 сформирована посредством удаления секций собранной трубчатой конструкции 100, смежных с внутренней стороной 513, как показано на фиг. 52, для создания заглубленных структур 515 вдоль внутренней стороны, чтобы облегчать складывание трубчатой конструкции для формирования собранной конструкции 100 трубы. В показанном конструктивном решении удаляемые секции имеют V-образную конфигурацию, так что каждая заглубленная структура 515 имеет два противоположных наклоненных боковых края 517, упирающихся с перекрытием при формировании изогнутой секции 505, как показано на фиг. 51. Упирающиеся края 517 с уплотнением скреплены друг с другом с образованием химической связи.

В некоторых случаях может возникнуть необходимость в том, чтобы труба 10, или, по меньшей мере, ее секция, была гибкой после изготовления трубы и после отверждения смолистого связующего вещества. Такой случай может включать использование трубы 10, которая обеспечивает создание гибкого трубопровода, проходящего между подводным расположением и объектом на поверхности воды.

Трубу 10 согласно седьмому варианту реализации, который показан на фиг. 53, изготавливают для использования при таком применении. Труба 10 может, например, образовывать гибкий трубопровод, связывающий морскую платформу с подводным месторождением. В этом варианте реализации изобретения трубу 10 собирают на монтажной установке 600 на борту морского судна, такого как корабль или баржа, и укладывают в толщу воды 601, поверхность которой имеет позиционное обозначение 603.

Сборка трубчатой конструкции 100 с использованием монтажной установки 600 производится аналогично предыдущим вариантам реализации данного изобретения. В этом варианте реализации изобретения в монтажной установке 600 используется устройство 403 для облегчения относительно быстрого смачивания элемента 32 жесткости и соседнего смоляного поглотительного слоя 17 внутреннего вкладыша 21, как описано ранее в отношении пятого варианта реализации изобретения. Помимо этого, монтажная установка 600 имеет опорную конструкцию 605 для поддержки собранной трубчатой конструкции 100 по мере ее укладки в воду 601.

В этом варианте реализации изобретения отверждение смолистого связующего вещества, используемого при изготовлении трубы 10, осуществляют до более гибкого состояния (в отличие от отверждения до жесткого состояния, используемого, как правило, в случае с предыдущими вариантами реализации). В частности, смолистое связующее вещество остается гибким после отверждения для обеспечения необходимой гибкости создаваемой трубы 10. Смолистые связующие вещества и другие связующие вещества, подходящие для такой цели, хорошо известны в области составных конструкций, а их примеры включают модифицированный полиэфир на основе резины, модифицированный виниловый эфир на основе резины, модифицированную смолу на основе резины и полиуретан. В этом варианте реализации изобретения в качестве смолистого связующего вещества предпочтителен модифицированный виниловый эфир на основе резины, так как он обладает высокой прочностью на сдвиг и обеспечивает хорошее образование химической связи между слоями, и при этом также обеспечивает некоторую податливость конструкции в отношении восприятия перемещения.

Вследствие необходимости опускания собранной трубчатой конструкции в воде по мере укладывания трубы 10 может быть нецелесообразным использовать воздух в качестве расширительной текучей среды для расширения внутреннего вкладыша 21, поскольку воздух может создавать нежелательную плавучесть в собранной трубчатой конструкции. В этом варианте реализации изобретения в качестве расширительной текучей среды используется вода. Вода, действующая в качестве расширительной текучей среды, берется из окружающей толщи воды 601. В показанном конструктивном решении нижняя часть опускаемой трубчатой конструкции (которая является ее входным концом 133) имеет фитинг 607, через который вода может быть накачена в трубчатую конструкцию 100 для расширения внутреннего вкладыша 21. Расширительную текучую среду вводят для образования и поддержания уровня выше водной поверхности 603, чтобы получить высоту напора для нагнетания воды, достаточного для необходимого расширения вкладыша 21. Уровень воды внутри трубчатой конструкции 100 выше водной поверхности 603 имеет позиционное обозначение 611.

В этом варианте реализации изобретения сжимающее устройство 125 функционирует в качестве тормозной системы для управления опусканием собранной конструкции 100 трубы, а не для приложения тягового усилия для перемещения относительно трубчатой конструкции, как это было в случае предыдущих вариантов реализации изобретения.

Предыдущие варианты реализации изобретения относились к изготовлению трубы, длина которой образует трубопровод, проходящий непрерывно между двумя удаленными местоположениями. Данное изобретение не следует, однако, ограничивать изготовлением таких длинных труб. Изобретение может применяться при производстве других труб, таких как, например, для производства труб, выполняемых с возможностью соединения друг с другом, чтобы формировать трубопровод, и поэтому имеющих, как правило, более короткую длину для работы с ними и монтажа в качестве отдельных блоков. Производство таких труб может быть сосредоточенно в производственном помещении, например на заводе.

Следующий вариант реализации изобретения, не показанный на чертежах, относится к такой трубе. Этот вариант реализации изобретения в некотором отношении похож на предыдущий вариант его реализации и поэтому для его описания используется соответствующая терминология.

В этом варианте реализации изобретения внутренняя часть размещена на стержне (таком как оправка), выполненном с возможностью осевого и радиального расширения, а внешняя часть расположена вокруг внутренней части с образованием собранной конструкции трубы. Внешняя часть может быть размещена вокруг внутренней части до, во время или после размещения внутренней части на стержне. Смолистое связующее вещество, пропитывающее армирующую сетку внешней части, также пропитывает слой войлока на внутреннем вкладыше для выполнения внешней части заодно с внутренней частью, как это было в случае предыдущих вариантов реализации изобретения. Перед отверждением смолистого связующего вещества стержень расширяют, вынуждая, таким образом, собранную конструкцию трубы расширяться как радиально, так и в осевом направлении, для придания ей формы. Расширение собранной конструкции трубы приводит к растягиванию элемента жесткости во внешней части во всех направлениях, служащего для увеличения несущих свойств в отношении тангенциального и осевого напряжений трубы 10, как это было в случае предыдущих вариантов реализации. Собранная конструкция 100 трубы затем может быть удалена со стержня после достаточного отверждения смолистого связующего вещества, обеспечивая, таким образом, формирование трубы.

В этом варианте реализации изобретения для обеспечения расширения собранной конструкции трубы как радиально, так и в осевом направлении используют стержень, а не расширительную текучую среду, как это было в случае предыдущих вариантов реализации изобретения.

Еще в одном варианте относительно короткая труба может быть изготовлена посредством производства трубы в соответствии с любым из первого, второго или третьего вариантов реализации изобретения и затем резки трубы на секции, каждая из которых образует короткую трубу.

Для трубы по любому из предыдущих вариантов реализации изобретения может потребоваться использования муфты на одном или обоих из ее концов. Муфта может быть необходима для присоединения трубы к другой трубе в трубопроводе или для присоединения трубы к другому компоненту (такому как фильтр, насос и клапан). Кроме того, может быть необходимо осуществлять прикрепление муфты к трубе в начале и конце процесса изготовления, в течение которого изготавливают эту трубу.

Муфты могут быть установлены на концах трубы любым подходящим способом. Один способ может включать использование соединительного устройства муфты, имеющего крепежный участок и соединительный участок муфты, при этом крепежный участок выполнен для прикрепления трубы, а соединительный участок представляет собой соединительную часть (такую как соединительный выступ) для прикрепления к соответствующей соединительной части муфты на другой трубе или компоненте, к которому или которой указанная труба должна быть присоединена.

Крепежный участок может быть выполнен с возможностью заделывания в соседнем конце трубы 10. Крепежный участок может быть выполнен с возможностью заклинивания трубы. Заклинивание может быть достигнуто любым подходящим образом, таким как выполнение структуры, которая заклинивает внешнюю часть 13 трубы 10. Эта структура может содержать боковые выступы, такие как стержни, которые заклиниваются элементом 32 жесткости и смолистым связующим веществом, полностью в него впитавшимся. В альтернативном варианте реализации изобретения или помимо этого указанная структура может содержать отверстия, в которых могут быть размещены элемент 32 жесткости и смолистое связующее вещество, полностью в него впитавшееся, для осуществления заклинивания. Кроме того, волокна в элементе 32 жесткости могут быть обернуты вокруг указанной структуры, вставлены сквозь нее или иным образом прикреплены к указанной структуре, чтобы способствовать закреплению крепежного участка в необходимом положении.

Предыдущие варианты реализации изобретения относились к изготовлению трубчатых конструкций из композитных материалов, выполненных в виде труб.

Изобретение может также найти применение для изготовления любой подходящей трубчатой конструкции, включая например, различные трубчатые объекты, элементы, части или иные структуры. Трубчатые конструкции могут включать структурные элементы, такие как валы, балки и колонны. Трубчатые конструкции могут также включать полые структурные секции составной конструкции, а также систему труб.

Такие трубчатые конструкции могут быть изготовлены любым подходящим способом. Особенно удобный способ изготовления таких трубчатых конструкций может быть похож на процесс, описанный в связи с предыдущим вариантом реализации, включающий использование стержня (такого как оправка),

выполненного с возможностью осевого и радиального расширения, а внешняя часть расположена вокруг внутренней части для образования собранной конструкции трубы, которая образует трубчатую конструкцию.

Этот признак применения вибрации в собранной трубчатой конструкции 100 для возбуждения смолистого связующего вещества и улучшения процесса смачивания может быть использован в отношении изготовления любых удлиненных полых конструкций согласно настоящему изобретению.

Из вышесказанного очевидно, что конкретной особенностью описанных вариантов является то, что этап подачи смолистого связующего вещества к элементу 32 жесткости и этап полного смачивания элемента 32 жесткости смолистым связующим веществом представляют собой отдельные различные операции. В частности, смолистое связующее вещество вводят в трубчатую конструкцию 100 до того, как последнее пройдет через сжимающее устройство 125, и смолистое связующее вещество вынуждают осуществлять полное смачивание элемента 32 жесткости после введения расширительной текучей среды в расширительную полость 29 после пропуска трубчатой конструкции 100 через сжимающее устройство 125.

Кроме того, постепенное уменьшение объема пространства 45, в котором заключен элемент 32 жесткости, приводит к позитивному вытеснению воздуха из указанного пространства 45, в результате чего усиливается впитывание смолистого связующего вещества внутри элемента 32 жесткости, как описано выше.

Следует понимать, что объем изобретения не ограничивается объемом описанных вариантов его реализации.

В описании и в формуле изобретения, если контекст не требует иного, слово "содержать" или его вариации, такие как "содержит" или "содержащий", "содержащая", "содержащее", "содержащие", следует толковать как подразумевающие включение указанного единичного объекта или группы единичных объектов, а не исключение какого-либо иного единичного объекта или какой-либо иной группы единичных объектов.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления удлиненной полой конструкции, имеющей радиально внутреннюю часть и радиально внешнюю часть, при этом указанные две части соединены друг с другом для создания выполненной заодно конструкции трубчатой стенки, включающий

выполнение радиально внутренней части;

сборку радиально внешней части вокруг радиально внутренней части,

при этом внешняя часть содержит внешний слой составной конструкции, усиленной волокнами, окруженный гибкой внешней оболочкой;

причем между радиально внутренней частью и гибкой внешней оболочкой имеется пространство;

внешний слой составной конструкции, усиленной волокнами, содержит элемент жесткости и связующее вещество, причем указанный элемент жесткости пропитывают в связующем веществе;

гибкая внешняя оболочка служит для оказания сопротивления радиальному расширению элемента жесткости, вынуждая его, таким образом, подвергаться радиальному сжатию; при этом гибкая внешняя оболочка выполнена менее упругой, чем внутренняя часть, для оказания податливого сопротивления радиальному расширению радиально внутренней части; и

радиальное расширение внутренней части так, что радиально расширяющаяся внутренняя часть работает совместно с гибкой внешней оболочкой, чтобы заставить объем пространства между радиально внутренней частью и гибкой внешней оболочкой постепенно уменьшаться, вынуждая, таким образом, связующее вещество внутри элемента жесткости распространяться через пространство между радиально внутренней частью и гибкой внешней оболочкой.

2. Способ по п.1, в котором армированный волокнами композитный материал служит для увеличения несущих свойств в отношении нагрузок удлиненной полой конструкции.

3. Способ по п.1 или 2, в котором связующее вещество вынуждают распространяться через пространство между радиально внутренней частью и гибкой внешней оболочкой по мере постепенного уменьшения объема пространства между радиально внутренней частью и гибкой внешней оболочкой.

4. Способ по пп.1, 2 или 3, в котором элемент жесткости содержит один или большее количество слоев армирующей сетки.

5. Способ по п.4, в котором каждый слой из указанных одного или большего количества слоев выполнен в виде трубчатого слоя, расположенного вокруг радиально внутренней части.

6. Способ по п.5, в котором выполняют множество трубчатых слоев, расположенных один вокруг другого и вокруг внутренней части.

7. Способ по любому из пп.4-6, в котором радиально внутренняя часть содержит внутреннюю часть, содержащую внутренний вкладыш с волокнистым слоем, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи, причем связующее вещество пропитывает армирующую сетку, а также пропитывает волокнистый слой для выполнения внешней части заодно с внутренней частью.

8. Способ по любому из пп.1-7, в котором связующее вещество заключено в пространстве между расширяющейся внутренней частью и гибкой внешней оболочкой, посредством чего радиально расширяющаяся внутренняя часть работает совместно с гибкой внешней оболочкой для вызова постепенного уменьшения объема указанного пространства, чтобы, таким образом, вызвать выталкивание воздуха из указанного пространства.

9. Способ по п.8, в котором элемент жесткости содержит один или большее количество трубчатых слоев армирующей сетки, расположенных вокруг радиально внутренней части, и при этом внешняя оболочка и различные трубчатые слои армирующей сетки выполнены с возможностью облегчения выталкивания воздуха.

10. Способ по п.8 или 9, в котором внешняя оболочка содержит вентиляционное средство для облегчения выталкивания воздуха.

11. Способ по любому из пп.5-10, в котором элемент жесткости содержит один или большее количество трубчатых слоев армирующей сетки, расположенных вокруг радиально внутренней части, и при этом гибкая внешняя оболочка выполнена несколько упругой для оказания податливого сопротивления радиальному расширению трубчатых слоев армирующей сетки.

12. Способ по п.11, в котором гибкая внешняя оболочка выполнена менее упругой, чем внутренняя часть с тем, чтобы оказывать податливое сопротивление радиальному расширению трубчатых слоев армирующей сетки.

13. Способ по любому из пп.8-12, в котором элемент жесткости содержит один или большее количество трубчатых слоев армирующей сетки, расположенных вокруг радиально внутренней части, и при этом гибкая внешняя оболочка выполнена эластичной с целью улучшения управления скоростью, с которой связующее вещество распространяется через пространство между радиально внутренней частью и гибкой внешней оболочкой.

14. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором внутреннюю часть расширяют посредством нагнетания расширительной текучей среды во внутреннюю часть.

15. Способ по п.14, в котором внутреннюю часть расширяют расширительной текучей средой, которую вводят с конца удлиненной полой конструкции.

16. Способ по п.14 или 15, в котором удлиненную полую конструкцию сжимают в месте, расположенном на удалении от конца, от которого вводят расширительную текучую среду, так что расширительная текучая среда не может пройти через место, расположенное на удалении от указанного конца.

17. Способ по п.16, в котором удлиненную полую конструкцию пропускают через сжимающее устройство; причем сжимающее устройство сжимает удлиненную полую конструкцию внутри себя, так что расширительная текучая среда не может пройти через место, расположенное на удалении от указанного конца.

18. Способ по п.16, в котором удлиненную полую конструкцию пропускают через сжимающее устройство, причем сжимающее устройство функционирует для управления скоростью, с которой изготавливают удлиненную полую конструкцию.

19. Способ по п.16, в котором удлиненную полую конструкцию пропускают через сжимающее устройство, при этом сжимающее устройство прикладывает тяговое усилие к удлиненной полой конструкции для облегчения ее непрерывного изготовления.

20. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором удлиненную полую конструкцию изготавливают на непрерывной основе и постепенно монтируют в необходимом положении перед отверждением гибкой конструкции стенки, при этом гибкую конструкцию стенки отверждают при нахождении в положении монтажа указанной трубы.

21. Способ изготовления трубы на непрерывной основе, включающий формирование гибкой конструкции трубчатой стенки, содержащей радиально внутреннюю трубу, армированный волокнами композитный материал и радиально внешнюю трубу, расширение внутренней трубы для придания ей формы и отверждение гибкой конструкции стенки для создания трубы;

причем между внутренней трубой и внешней трубой имеется пространство;

составная конструкция, усиленная волокнами, содержит элемент жесткости, а между внутренней и внешней трубами расположено связующее вещество;

внешняя труба служит для оказания сопротивления радиальному расширению внутренней трубы, вынуждая ее подвергаться радиальному сжатию;

при этом радиально расширяющаяся внутренняя труба работает совместно с внешней трубой, чтобы заставить объем пространства между внутренней трубой и внешней трубой постепенно уменьшаться, вынуждая, таким образом, связующее вещество распространяться через пространство между внутренней трубой и внешней трубой, причем гибкая внешняя оболочка выполнена менее упругой, чем внутренняя труба, для оказания податливого сопротивления радиальному расширению радиально внутренней трубы.

22. Способ изготовления трубы по п.21, в котором труба находится в гибком состоянии, а способ включает укладку трубы на месте монтажа и обеспечение возможности преобразования гибкой трубы в жесткое состояние на месте монтажа.

23. Способ по п.22, в котором трубу собирают в подвижной монтажной установке, которая выпол-

нена с возможностью перемещения относительно места монтажа, с укладкой указанной трубы в гибком состоянии.

24. Составная удлиненная полая конструкция, изготовленная способом по одному из пп.1-20 и содержащая радиально внутреннюю часть и радиально внешнюю часть, при этом указанные две части соединены друг с другом с созданием выполненной заодно конструкции трубчатой стенки;

причем радиально внешняя часть выполнена в виде внешней трубы составной конструкции, усиленной волокнами, содержащей элемент жесткости; а

радиально внешняя часть выполнена в виде гибкой внешней оболочки;

при этом составная конструкция, усиленная волокнами, содержит элемент жесткости, а между внутренней частью и внешней трубой расположено связующее вещество;

причем гибкая внешняя оболочка выполнена менее упругой, чем внутренняя часть, так что может оказывать податливое сопротивление радиальному расширению радиально внутренней части.

25. Удлиненная полая конструкция по п.24, в которой элемент жесткости содержит один или большее количество слоев армирующей сетки, каждый из которых выполнен для формирования трубчатых слоев, расположенных вокруг внутренней части.

26. Удлиненная полая конструкция по п.24, в которой армирующая сетка содержит армирующую сетку, включающую в себя волокна элемента жесткости, имеющие четырехосные ориентации волокон.

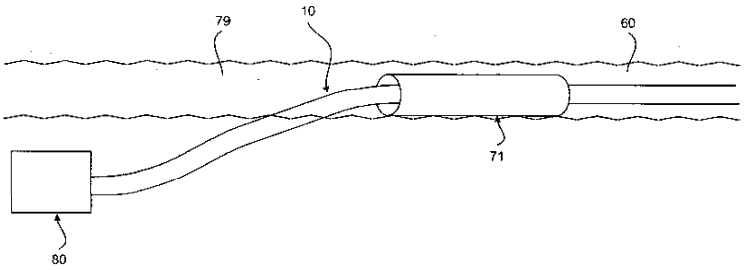
27. Удлиненная полая конструкция в соответствии с любым из пп.24-26, в которой внутренняя часть содержит внутренний вкладыш с волокнистым слоем, прикрепленным к одной его стороне с образованием химической связи.

28. Удлиненная полая конструкция по п.27, в которой поверхность вкладыша, отличная от другой поверхности, образует внутреннюю поверхность трубчатой конструкции.

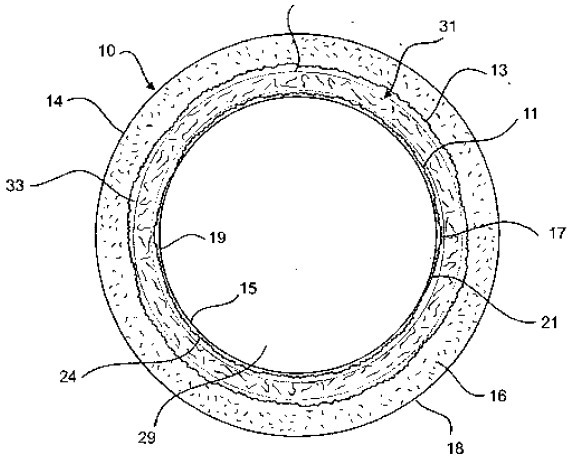
29. Удлиненная полая конструкция по п.27 или 28, в которой смолистое связующее вещество пропитывает армирующую сетку, также пропитывает волокнистый слой, закрепленный с образованием химической связи на внутреннем вкладыше, для выполнения внешней части заодно с внутренней частью.

30. Способ по любому из пп.1-20, в котором изгиб включен в удлиненную полую конструкцию во время изготовления, так что удлиненная полая конструкция при отверждении включает по меньшей мере один выполненный заодно изгиб.

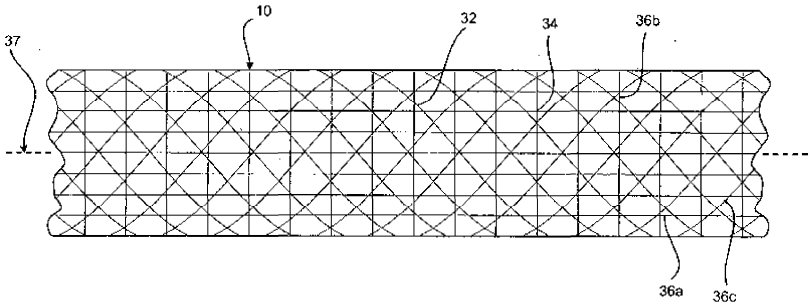
31. Способ по любому из пп.1-20, в котором конец удлиненной полой конструкции выполнен с возможностью надежного приема крепежного участка, обеспечивающего возможность соединения указанной удлиненной полой конструкции со второй конструкцией.



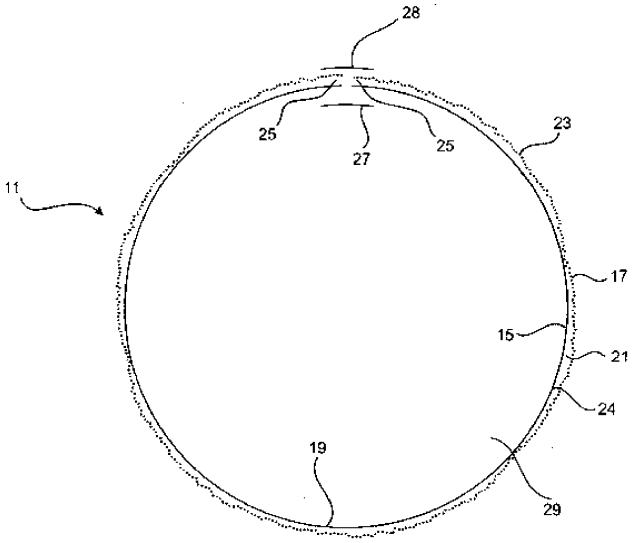
Фиг. 1



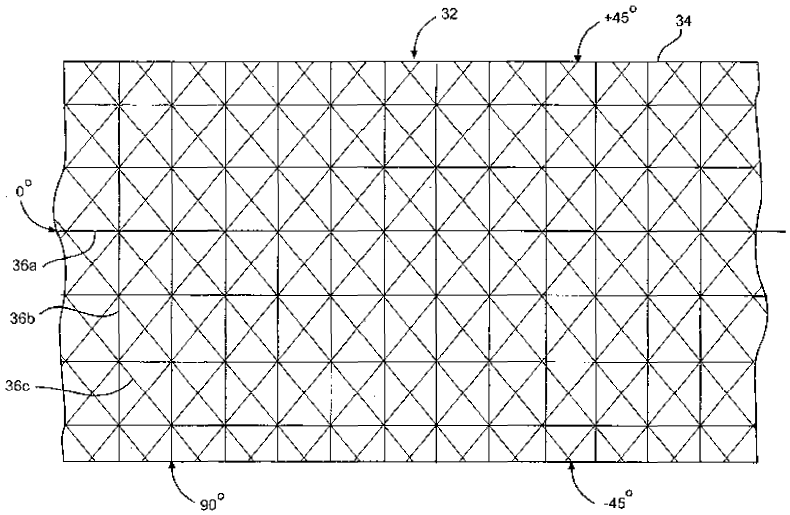
Фиг. 2



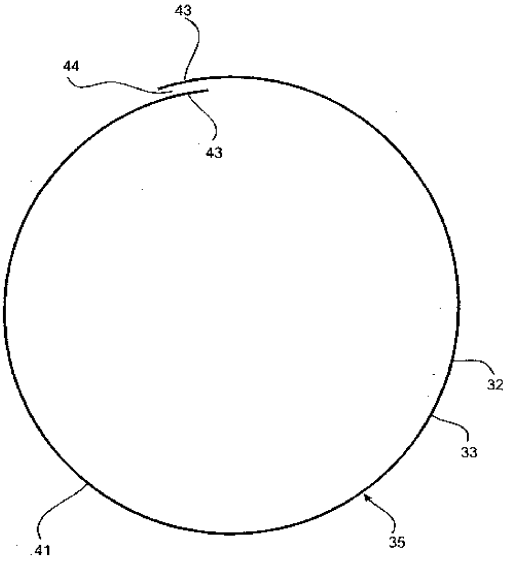
Фиг. 3



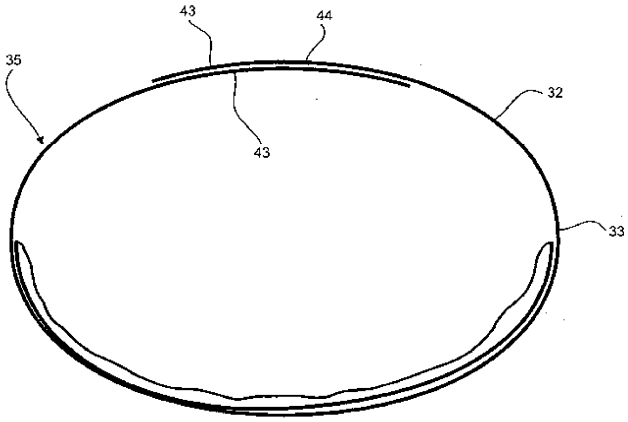
Фиг. 4



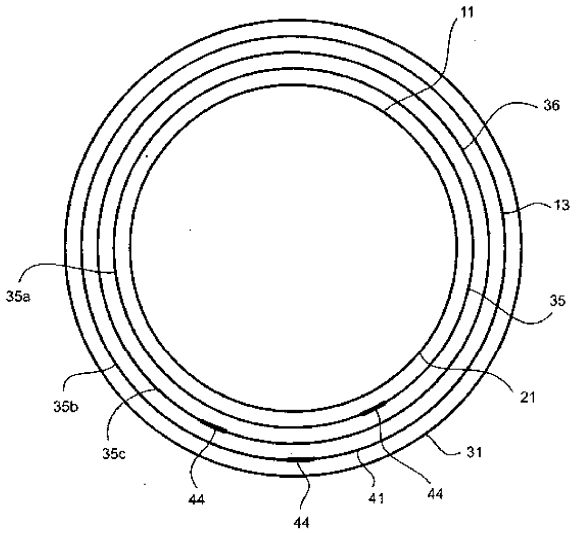
Фиг. 5



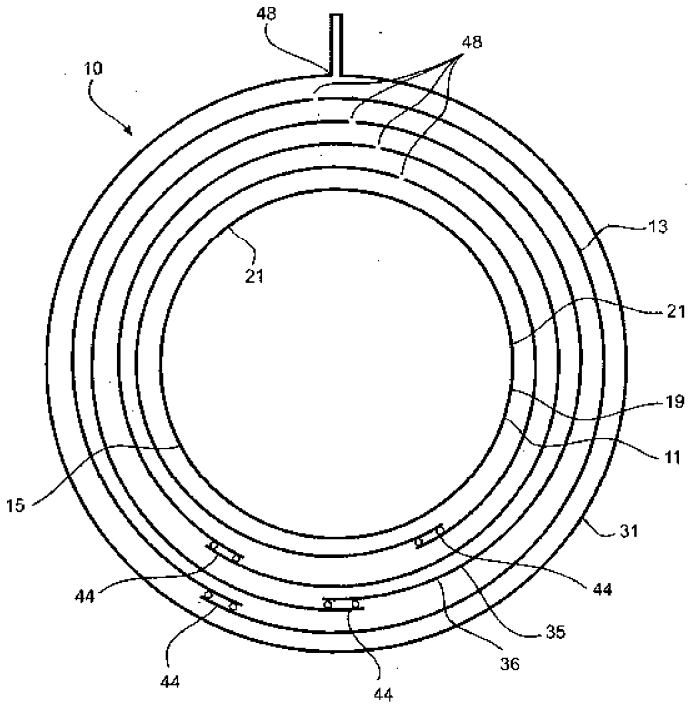
Фиг. 6



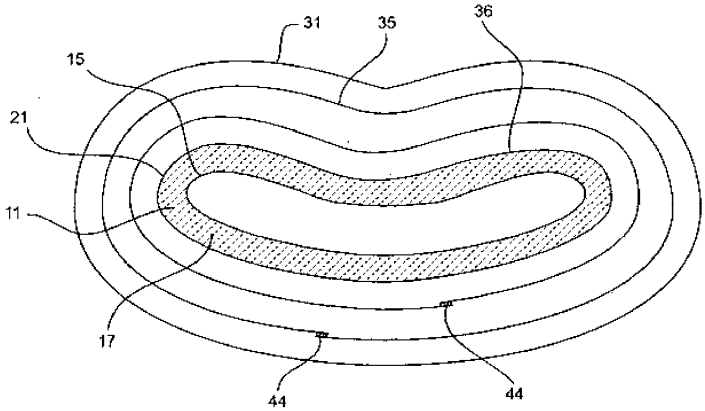
Фиг. 7



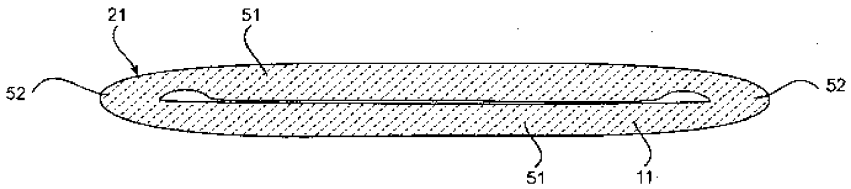
Фиг. 8



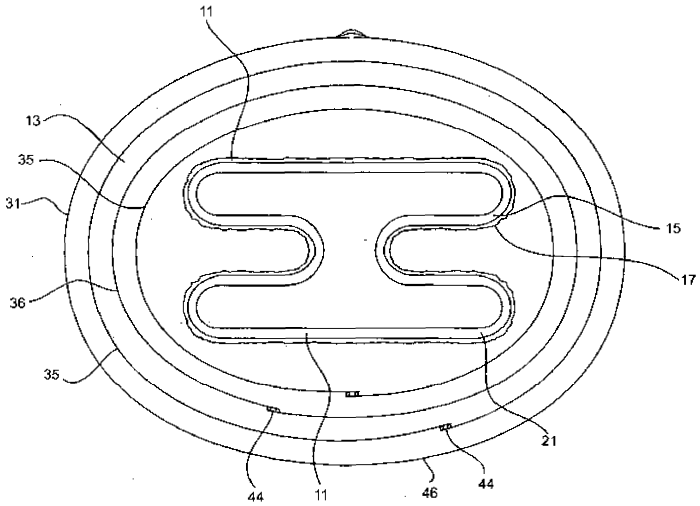
Фиг. 9



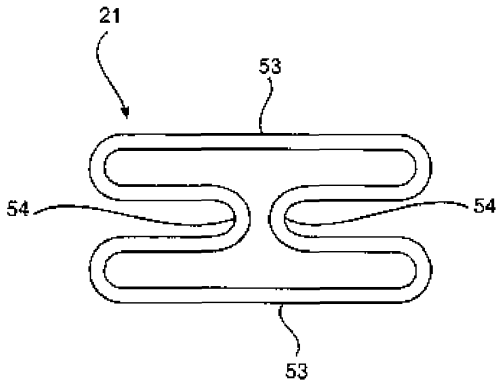
Фиг. 10



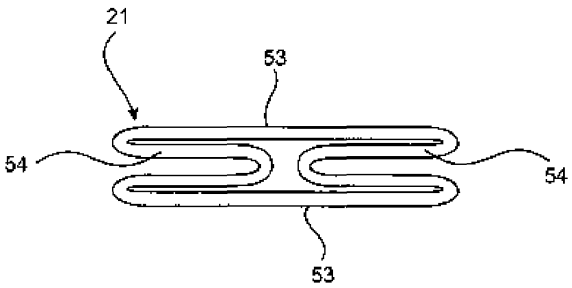
Фиг. 11



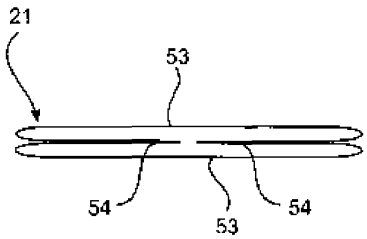
Фиг. 12



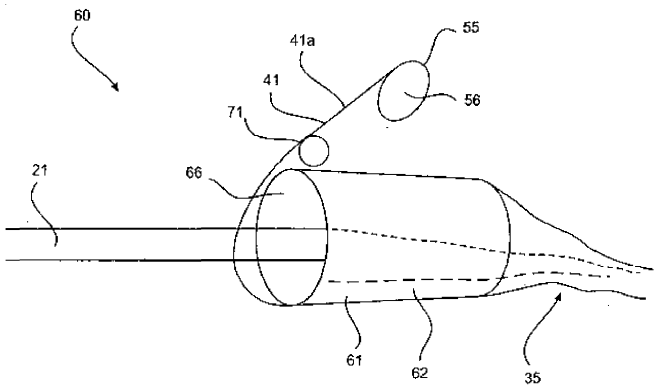
Фиг. 13



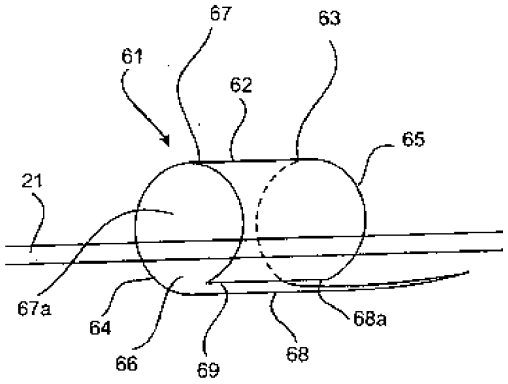
Фиг. 14



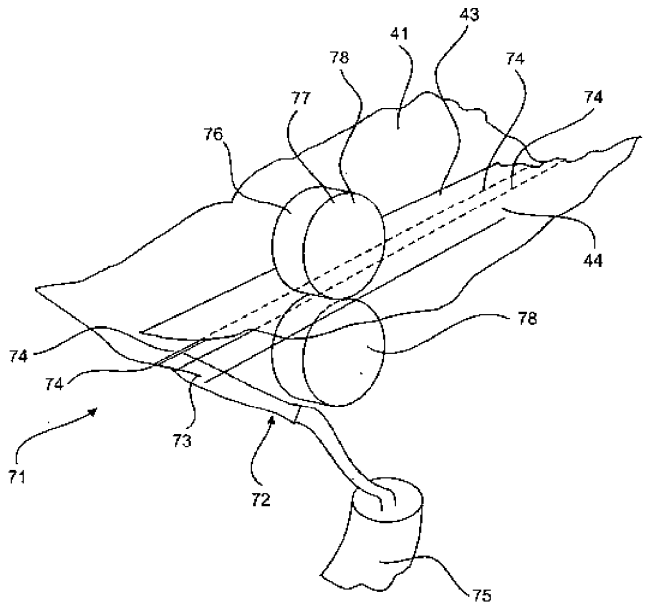
Фиг. 15



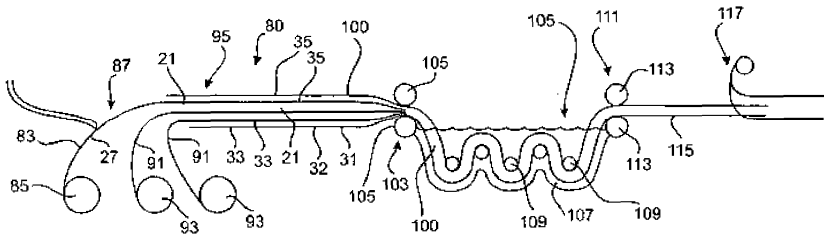
Фиг. 16



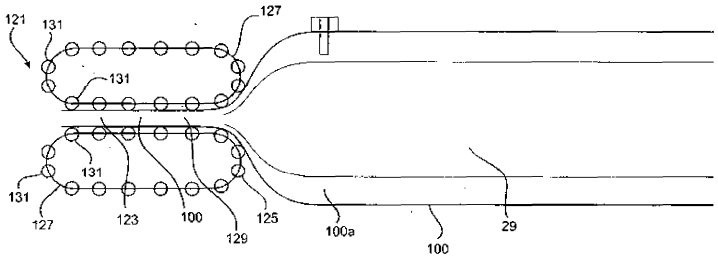
Фиг. 17



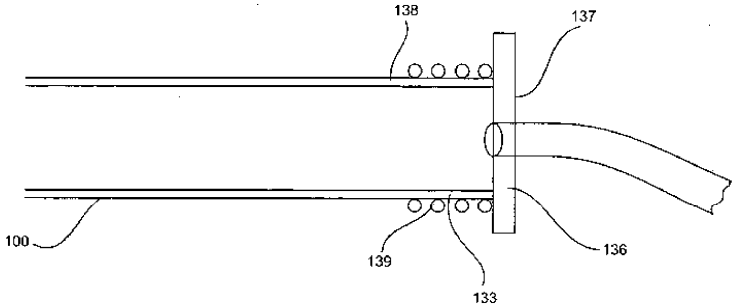
Фиг. 18



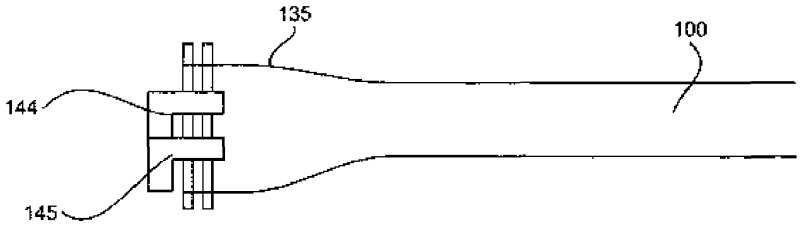
Фиг. 19А



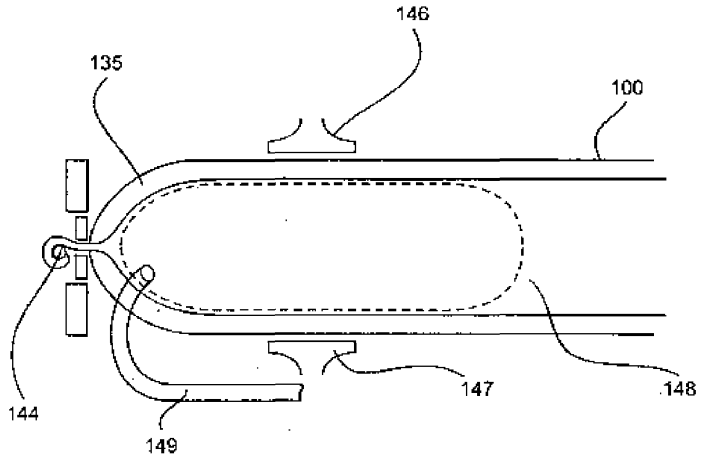
Фиг. 19B



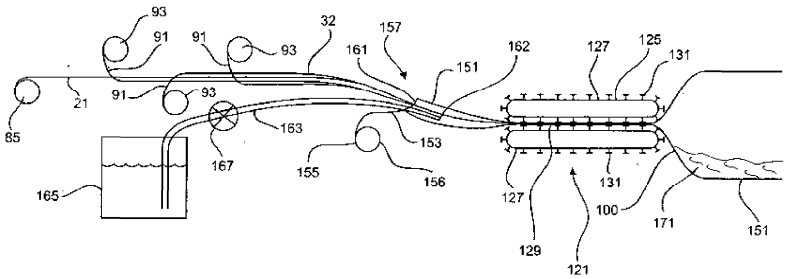
Фиг. 20



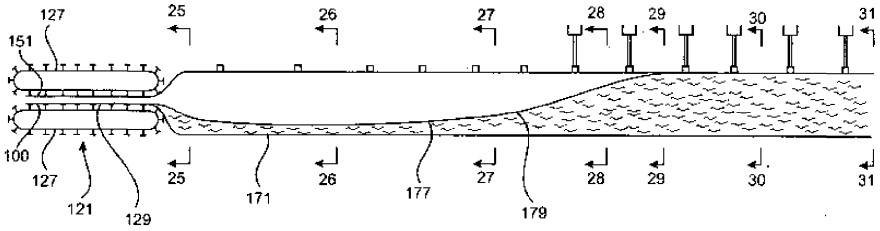
Фиг. 21



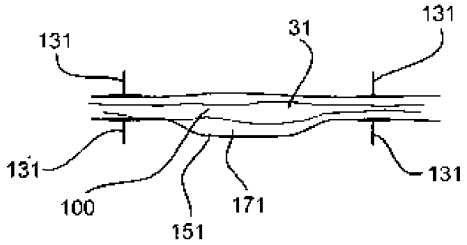
Фиг. 22



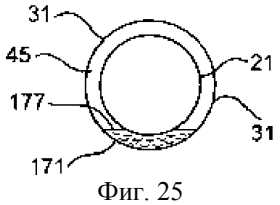
Фиг. 23A



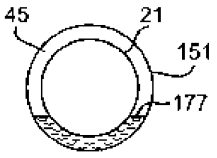
Фиг. 23B



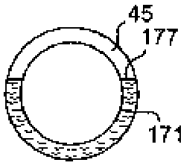
Фиг. 24



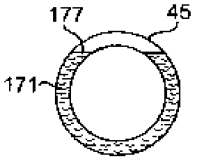
Фиг. 25



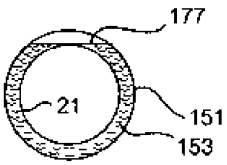
Фиг. 26



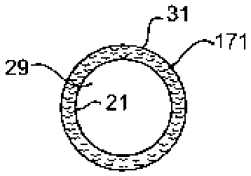
Фиг. 27



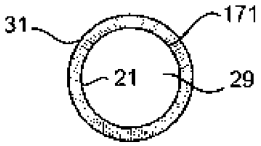
Фиг. 28



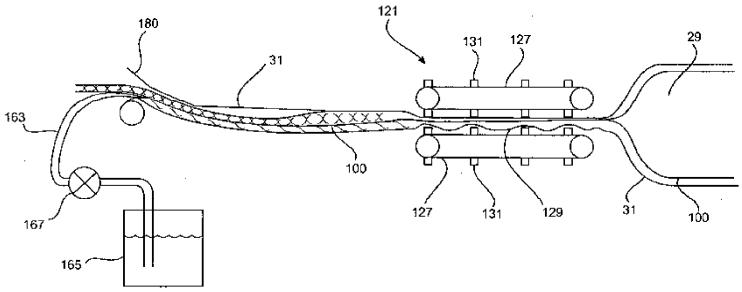
Фиг. 29



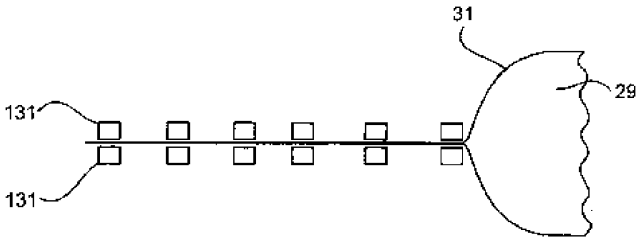
Фиг. 30



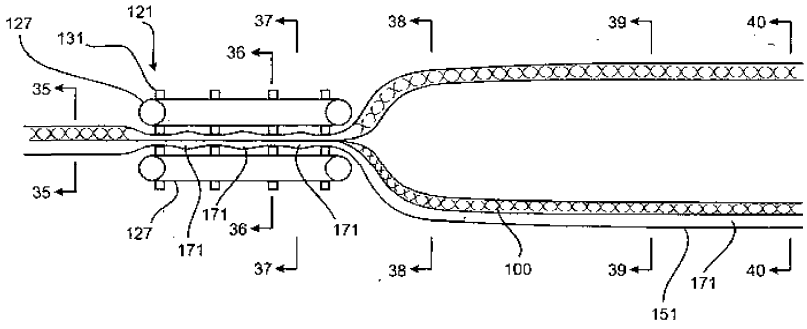
Фиг. 31



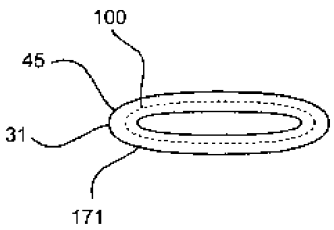
Фиг. 32



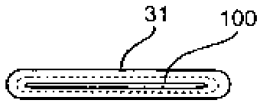
Фиг. 33



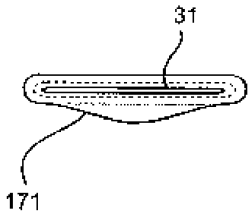
Фиг. 34



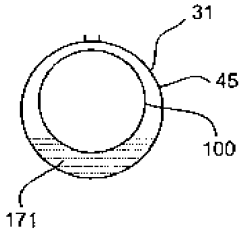
Фиг. 35



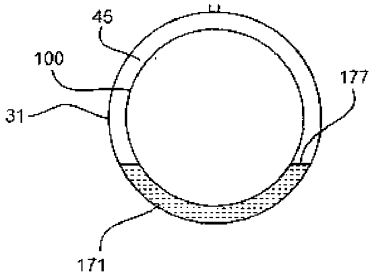
Фиг. 36



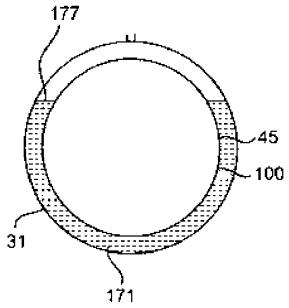
Фиг. 37



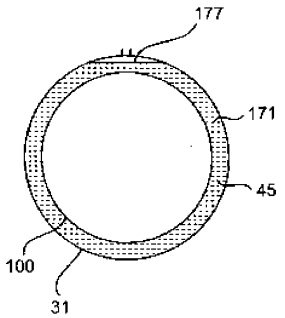
Фиг. 38



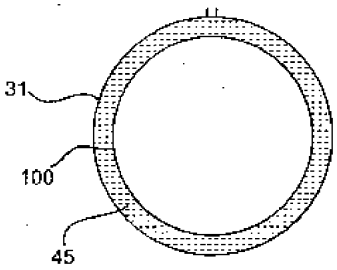
Фиг. 39



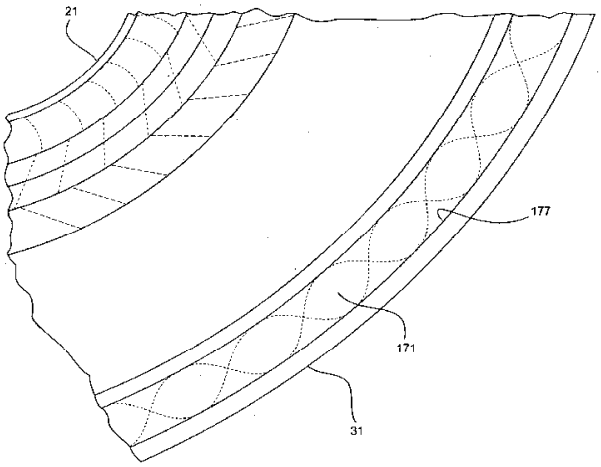
Фиг. 40



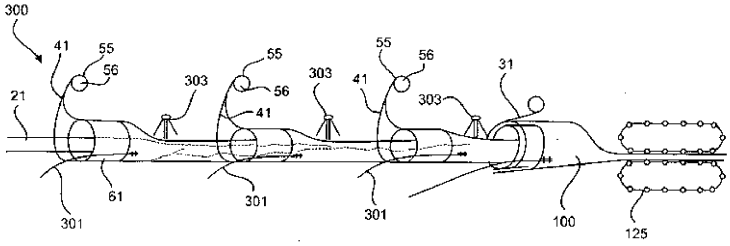
Фиг. 41



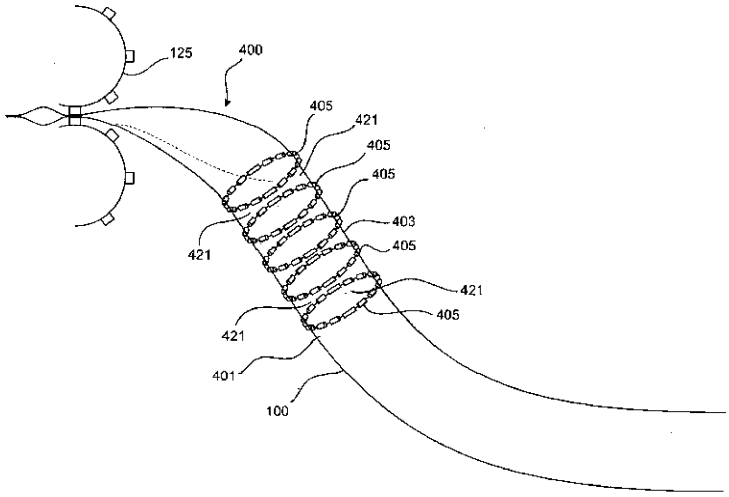
Фиг. 42



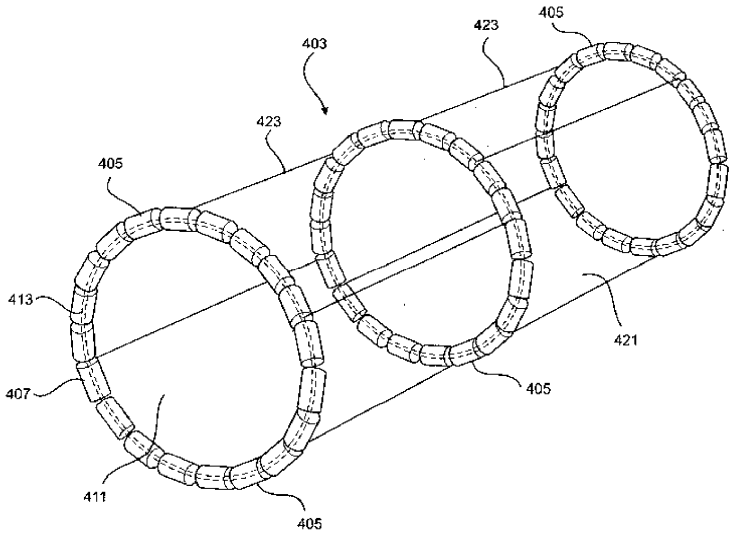
Фиг. 43



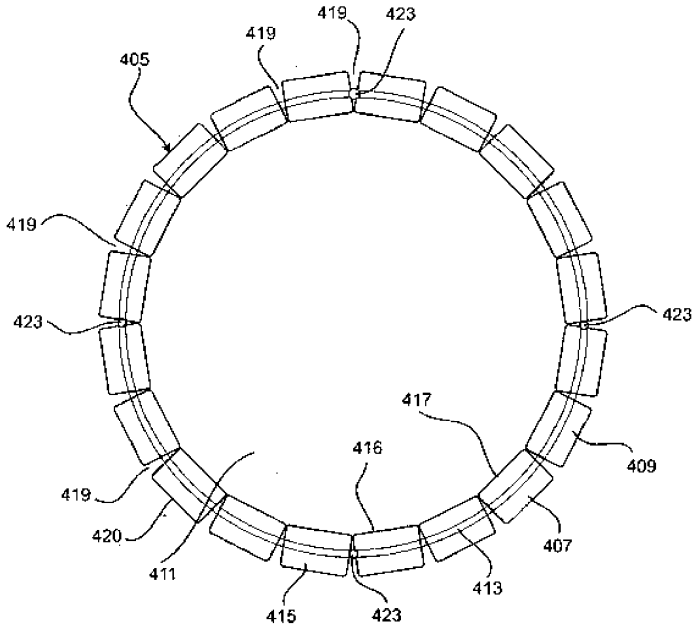
Фиг. 44



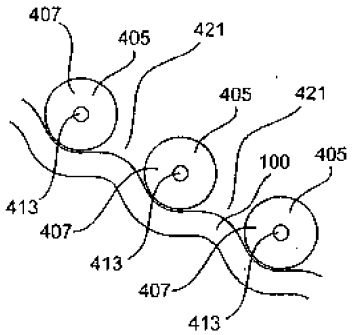
Фиг. 45



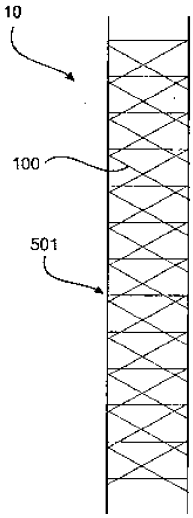
Фиг. 46



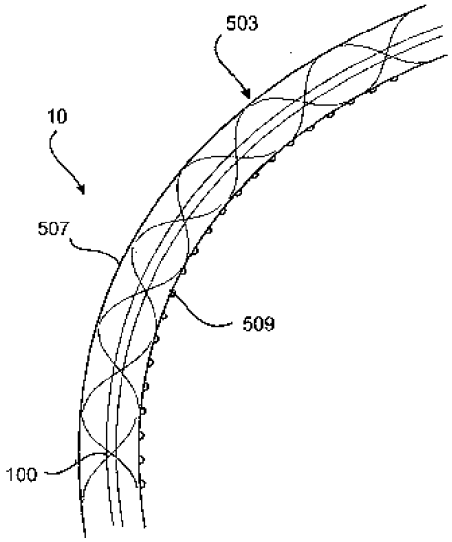
Фиг. 47



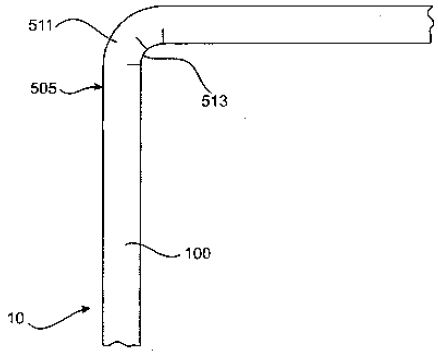
Фиг. 48



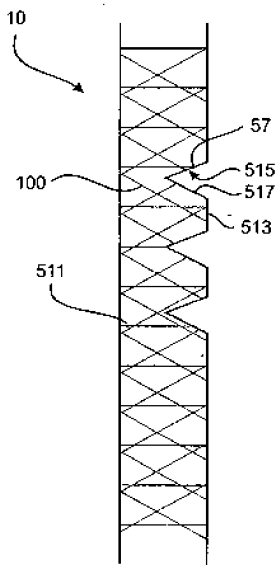
Фиг. 49



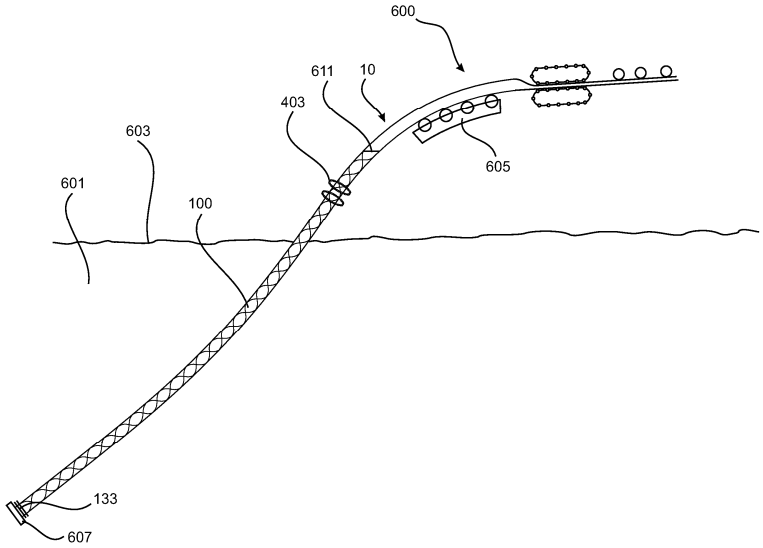
Фиг. 50



Фиг. 51



Фиг. 52



Фиг. 53