

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **033576**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.11.06

(21) Номер заявки
201792387

(22) Дата подачи заявки
2016.04.28

(51) Int. Cl. **B29C 70/32** (2006.01)
B29D 23/00 (2006.01)
B29L 23/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ФОРМОВКИ ТРУБЫ**

(31) **1507402.4**

(32) **2015.04.30**

(33) **GB**

(43) **2018.07.31**

(86) **PCT/GB2016/051204**

(87) **WO 2016/174436 2016.11.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
Эм-ФЛОУ ТЕКНОЛОДЖИЗ ЛТД
(GB)

(72) Изобретатель:
Робертс Ричард Дэймон Гудмен,
Джоунс Мартин Питер Уилльям,
Рамси Люк, Бриквуд Джон, Эдвард
Джайлз, Буйдошо Милан (GB)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **US-A-5415079**
US-A1-2014182737
US-A-5735156

(57) Предложен способ формовки композиционного трубопровода для текучих сред, который содержит обеспечение внутренней трубы (2), имеющей изменение сечения между ее по меньшей мере двумя различными продольными секциями, и нанесение усиленного волокном композиционного материала (30) на внутреннюю трубу (2). В некоторых раскрытых примерах изменение сечения может быть обеспечено между противоположными концами внутренней трубы (2). В других раскрытых примерах изменение сечения может быть обеспечено в концевой области внутренней трубы (2).

B1

033576

033576
B1

Область техники

Некоторые описанные примеры относятся к способу формовки композиционных труб, в частности к способу формовки трубопроводов для текучих сред, таких как трубопроводы для текучих сред, для которых может требоваться наличие, например, конкретной формы или конкретного геометрического элемента.

Уровень техники

За последние годы прогресс в области композиционных материалов привел к их использованию в конструкциях трубопроводов для текучих сред, например к развитию трубопроводов в нефтегазовой отрасли. Композиционные трубопроводы для текучих сред могут быть изготовлены так, что для конкретного применения они имеют превосходящие характеристики по сравнению, например, со стальным трубопроводом. Это может иметь место, например, вследствие улучшенной удельной прочности. Доступность большого множества композиционных материалов и способов производства позволяет приспособить композиционные трубопроводы для текучих сред согласно их конкретному применению. Аналогично большинству конструкций трубопроводов для текучих сред следует рассмотреть соединение композиционных трубопроводов для текучих сред с другими конструкциями.

Сущность изобретения

Ясно, что один или более признаков одного из следующих аспектов могут использоваться отдельно или в любой комбинации в отношении любого из других аспектов.

Аспект настоящего изобретения относится к способу формовки композиционного трубопровода для текучих сред, содержащему:

обеспечение внутренней трубы, имеющей изменение сечения между ее по меньшей мере двумя различными продольными секциями; и

нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу.

При использовании способ может быть использован для образования композиционного трубопровода для текучих сред, который имеет непостоянную форму сечения вдоль его длины. Например, участок в средней секции или в концевой области композиционного трубопровода для текучих сред может иметь иную форму сечения, чем другая секция трубопровода для текучих сред. Это может позволить трубопроводу для текучих сред лучше соответствовать его предполагаемому применению.

Способ может позволить изготовить композиционный трубопровод для текучих сред требуемой геометрической формы и прочности. Способ может позволить композиционному трубопроводу для текучих сред выдерживать эксплуатационные напряжения. Эксплуатационные напряжения могут включать в себя внутренние напряжения, например в результате давления, прикладываемого текучей средой внутри трубопровода для текучих сред. Эксплуатационные напряжения могут включать в себя внешние напряжения, которые действуют на композиционный трубопровод для текучих сред в результате, например, взаимодействия с другими конструкциями, от гидростатического давления или подобного.

Изменение сечения между по меньшей мере двумя продольными секциями внутренней трубы может включать в себя изменение площади поперечного сечения. Такое изменение площади поперечного сечения может быть достигнуто посредством равномерной формы сечения. Такое изменение площади поперечного сечения может быть достигнуто при помощи соответствующего изменения формы сечения.

Изменение сечения между по меньшей мере двумя продольными секциями внутренней трубы может включать в себя изменение формы сечения. Такое изменение формы сечения может быть достигнуто при помощи равномерной площади поперечного сечения. Такое изменение формы сечения может быть достигнуто при помощи соответствующего изменения площади поперечного сечения.

В некоторых вариантах выполнения изменение сечения может быть обеспечено для достижения конкретного профиля потока текучей среды по внутренней трубе. Например, изменение площади поперечного сечения может обеспечить эффект Вентури или подобное, которое может быть использовано для измерения расхода.

Изменение сечения, такое как изменение формы сечения, может быть обеспечено для размещения связанных устройств, компонентов, оборудования или подобного, таких как датчики, коннекторы или подобное. Изменение сечения, такое как изменение формы сечения, может быть обеспечено для улучшения измерений, связанных с трубой и/или с текучей средой или с другим веществом, перемещаемым по трубе.

Способ может содержать формовку внутренней трубы для обеспечения изменения сечения между ее по меньшей мере двумя различными продольными секциями. В некоторых вариантах выполнения внутренняя труба может быть изготовлена так, чтобы включать в себя изменение сечения. Например, внутренняя труба может быть изначально обеспечена или образована с изменением сечения. В некоторых вариантах выполнения внутренняя труба может быть изготовлена посредством процесса формования, такого как экструзионное формование, литьевое формование или подобное, в которой изменение сечения обеспечено непосредственно процессом формования.

Способ может содержать обеспечение внутренней трубы первой формы и затем изменение формы внутренней трубы, чтобы создать сечение трубы измененной формы, имеющее требуемую форму. Сечение трубы измененной формы может обеспечивать изменение сечения между по меньшей мере двумя

продольными секциями внутренней трубы. Внутренняя труба может быть изначально образована, например, любым обычным образом, таким как экструзионное формование, литьевое формование или подобным.

Способ может содержать обеспечение внутренней трубы с равномерным сечением вдоль ее длины и впоследствии изменение формы по меньшей мере участка внутренней трубы, чтобы обеспечить изменение сечения.

В некоторых вариантах выполнения внутренняя труба может изначально образовывать круглое сечение. В некоторых вариантах выполнения внутренняя труба может изначально образовывать некруглое сечение, такое как овальное сечение, эллиптическое сечение, квадратное сечение или подобное.

Способ может содержать изначально обеспечение внутренней трубы, имеющей изменение сечения между по меньшей мере двумя продольными секциями, и затем изменение формы внутренней трубы, чтобы обеспечить альтернативное или дополнительное изменение.

Способ может содержать формовку или изменение формы внутренней трубы посредством процесса, такого как горячее формование. Способ может содержать формовку или изменение формы внутренней трубы посредством использования формовочной конструкции для достижения изменения сечения внутренней трубы. Формовочная конструкция может содержать любой объект или поверхность, которая может быть прижата к поверхности внутренней трубы, чтобы образовать изменение формы внутренней трубы. Процесс формования может относиться к любому процессу, который включает в себя профилирование, например изменение профиля внутренней трубы.

Внутренняя труба может быть выполнена из любого подходящего материала, например из полимера, такого как термопластик. Материал внутренней трубы может являться или содержать, например, полиэфирэфиркетон (ПЭЭК, РЕЕК), полиарилэфиркетон (ПАЭК, РАЕК), поливинилхлорид (ПВХ, PVC), поливинилидендифторид (ПВДФ, PVDF), полифениленсульфид (ПФС, PPS) или подобное. Внутренняя труба может включать в себя одно или более армирующих волокон. В некоторых вариантах выполнения внутренняя труба может быть полностью лишена каких-либо армирующих волокон.

Любой подходящий способ может быть использован для формовки или изменения формы материала внутренней трубы. Способ может содержать формовку или изменение формы внутренней трубы, используя тепло. Способ может содержать передачу тепла материалу внутренней трубы путем либо непосредственного контакта с нагретой поверхностью, например нагретого штампа, и/или путем контакта с источником тепла, например пламенем, источником нагретого воздуха или подобным. Способ может содержать передачу тепла по меньшей мере одной из внутренней поверхности и внешней поверхности внутренней трубы. Способ может содержать измерение температуры внутренней трубы во время процесса формовки или процесса изменения формы. Способ может содержать нагрев внутренней трубы до конкретной температуры или диапазона температур. Температура или диапазон температур может лежать, например, между температурой стеклования и температурой плавления материала внутренней трубы.

Способ может содержать передачу тепла внутренней трубы в течение периода времени. Способ может содержать передачу тепла в течение периода времени, чтобы позволить теплу достаточно проникнуть в материал внутренней трубы.

Способ может содержать нагрев внутренней трубы и выдерживание внутренней трубы при заданной температуре. Способ может содержать нагрев внутренней трубы до первой заданной температуры и выдерживания внутренней трубы при этой первой заданной температуре в течение первого периода времени. Способ может содержать последующий нагрев или охлаждение внутренней трубы до второй заданной температуры. Способ может содержать выдерживание внутренней трубы при этой второй заданной температуре в течение второго периода времени. Способ может содержать нагрев/охлаждение внутренней трубы до последующих заданных температур и возможно выдерживание внутренней трубы при этих заданных температурах в течение соответствующих периодов времени. Способ может содержать выбор заданной температуры(температур) на основе свойств внутренней трубы. Способ может содержать выбор заданной температуры(температур) так, что материал внутренней трубы размягчается и может быть формован или быть подвергнут изменению формы.

Способ может содержать управление скоростью нагрева трубы. Способ может содержать постепенный нагрев внутренней трубы. Способ может содержать изменение скорости нагрева внутренней трубы по мере нагрева внутренней трубы.

Способ может содержать механическую формовку или изменение формы внутренней трубы. Способ может содержать механическую формовку или изменение формы внутренней поверхности внутренней трубы. Способ может содержать механическую формовку или изменение формы внешней поверхности внутренней трубы.

Способ может содержать обработку внутренней трубы. Способ может содержать удаление материала с внутренней трубы. Внутренняя труба может изначально иметь толстостенную секцию, которая может быть выполнена более тонкой после изменения формы, например посредством обработки.

Способ может содержать прикладывание давления к поверхности внутренней трубы. Способ может содержать прикладывание давления, для того чтобы пластически деформировать внутреннюю трубу. Способ может содержать продление прикладывания давления. Продленное прикладывание давления

может привести к постепенной пластической деформации материала внутренней трубы.

Способ может содержать нагрев внутренней трубы, для того чтобы упростить или способствовать пластической деформации материала внутренней трубы. Способ может содержать использование остаточной теплоты внутри внутренней трубы от предыдущего процесса, такого как первичный производственный процесс, процесс обработки или подобного. Способ может содержать использование специального процесса нагрева.

Способ может содержать прикладывание давления посредством установки для физического формования или подобного. Способ может содержать прикладывание давления посредством текучей среды, например посредством давления внутренней заполняющей текучей среды, внутреннего разрежения, разрушения от внешнего давления или подобного.

Способ может содержать формовку или изменение формы внутренней трубы посредством комбинации различных способов. Способ может содержать формовку или изменение формы внутренней трубы посредством комбинации, например как нагревательных, так и механических средств.

Формовка или изменение формы внутренней трубы может содержать изначально нагрев внутренней трубы и затем использование механического способа, такого как формование, выдувное формование, растяжение, сжатие или подобное.

Формовка или изменение формы внутренней трубы может содержать использование установки для формования, например, нагретой формы. Способ может содержать нагрев установки для формования любым подходящим средством, например посредством внешнего источника тепла, такого как пламя, нагретый воздух или подобным. Способ может содержать нагрев установки для формования при помощи внутреннего нагревающего механизма, который использует один или более нагревательных элементов, например резистивный нагревательный элемент или подобное. Способ может содержать размещение установки для формования соприкасающейся с секцией внутренней трубы. Способ может содержать использование установки для формования для передачи тепла и/или прикладывания давления к секции внутренней трубы для того, чтобы образовать или изменить форму секции внутренней трубы.

Способ может содержать управление скоростью деформации внутренней трубы. Например, способ может содержать управление скоростью относительного перемещения между внутренней трубой и установкой для формования. Способ может содержать использование привода для обеспечения относительного смещения между внутренней трубой и установкой для формования и/или для прикладывания давления к внутренней трубе. Способ может содержать управление приводом для того, чтобы управлять скоростью относительного смещения внутренней трубы и установки для формования или скоростью прикладывания давления установкой для формования к внутренней трубе.

Способ может содержать управление скоростью прикладывания давления к внутренней трубе. Например, способ может содержать управление скоростью прикладывания давления к внутренней трубе для того, чтобы исключить повреждение внутренней трубы.

Способ может содержать изменение характеристик материала внутренней трубы. В некоторых вариантах выполнения изменение характеристик материала внутренней трубы может быть достигнуто без или с наименьшим изменением формы внутренней трубы. Способ может содержать изменение характеристик материала внутренней трубы посредством отпуска внутренней трубы. Способ может содержать выдерживание материала внутренней трубы в конкретном состоянии в течение периода времени, например заданного периода времени. Способ может содержать выдерживание материала внутренней трубы при заданном давлении и/или заданной температуре в течение периода времени. Способ может содержать выдерживание материала внутренней трубы при повышенном давлении и/или при повышенной температуре в течение заданного периода времени. Выдерживание материала внутренней трубы в конкретном состоянии может привести к изменению кристаллической структуры полимера, и/или уменьшению внутреннего напряжения в материале внутренней трубы.

Конкретная температура, при которой внутренняя труба может быть выдержана без существенного изменения формы может являться температурой релаксационного перехода. Температура релаксационного перехода может быть ниже температуры, передаваемой внутренней трубе во время формовки или изменения формы. Способ может содержать выбор заданного периода времени для того, чтобы позволить рассеяние внутреннего напряжения внутри материала внутренней трубы.

Способ может содержать выдерживание внутренней трубы при температуре и давлении в течение заданного периода времени в производственной установке, такой как установка для формования, и затем отвод производственной установки от внутренней трубы. Способ может содержать обеспечение охлаждения внутренней трубы при температуре окружающей среды. Способ может содержать естественное охлаждение внутренней трубы при температуре окружающей среды. Способ может содержать охлаждение внутренней трубы при температуре окружающей среды посредством способа принудительного охлаждения, например посредством использования вентилятора.

Способ может содержать формовку или изменение формы внутренней трубы и затем изменение характеристик материала внутренней трубы. Этапы формовки или изменения формы внутренней трубы и изменение характеристик материала внутренней трубы могут быть выполнены последовательно или могут, по меньшей мере частично, перекрываться. Способ может содержать формовку или изменение фор-

мы внутренней трубы, ожидание в течение заданного периода времени и затем изменение характеристик материала внутренней трубы. Способ может содержать формовку или изменение формы материала внутренней трубы с использованием устройства, например формы, и поддержание материала внутренней трубы измененной формы в зацеплении с устройством, как только изменение формы выполнено. Способ может содержать поддержание материала внутренней трубы измененной формы в зацеплении с устройством в течение заданного периода времени. Период может быть более длительным, чем время, которое было изначально затрачено для изменения формы материала внутренней трубы. Способ может содержать поддержание материала внутренней трубы измененной формы в зацеплении с устройством при повышенной температуре и/или давлении.

Способ может содержать формовку или изменение формы внутренней трубы в одной или более секциях. Способ может содержать сохранение по меньшей мере одной секции внутренней трубы в ее первоначальной геометрии. Профили сечений секций внутренней трубы, которые расположены с каждой стороны образованной секции или секции, подвергшейся изменению формы, внутренней трубы, могут быть подобными или, по существу, подобными. Формы сечений секций внутренней трубы, которые не были образованы или подвергнуты изменению формы, могут быть круглыми или, по существу, круглыми.

Способ может содержать формовку секции внутренней трубы из нескольких меньших секций. Способ может содержать соединение секций внутренней трубы любым подходящим способом, например объединением, химическим скреплением или подобным.

Способ может содержать формовку секции внутренней трубы из нескольких секций внутренней трубы, подвергшихся изменению формы. Способ может содержать формовку секции внутренней трубы по меньшей мере из одной секции внутренней трубы, подвергшейся изменению формы, и по меньшей мере одной секции внутренней трубы, которая не подверглась изменению формы. Секции внутренней трубы, подвергшиеся изменению формы, могут иметь подобные или переменные длины. Секции внутренней трубы, подвергшиеся изменению формы, могут иметь подобные или переменные размеры сечения. Любые секции внутренней трубы, которые не подверглись изменению формы, могут иметь подобные или переменные длины. Любые секции внутренней трубы, которые не подверглись изменению формы, могут иметь подобные или переменные размеры сечения. Способ может содержать соединение секций внутренней трубы любым подходящим способом, например объединением и/или химическим скреплением.

Внутренняя труба и, таким образом, трубопровод для текучих сред может быть предназначен для содержания потока текучей среды. Способ может содержать переменное сечение внутренней трубы для того, чтобы достичь переменного профиля потока текучей среды по мере того как она течет по композиционному трубопроводу для текучих сред. Отличающиеся профили потока могут обеспечить множество преимуществ и/или применений, например возможность обеспечивать область альтернативных характеристик потока текучей среды, область, которая предпочтительна для расположения и/или работы датчика, и подобного. Образованная секция или секция, подвергшаяся изменению формы, внутренней трубы может обеспечить область, подлежащую выполнению с возможностью измерения характеристик потока, связанного с трубопроводом.

Внутренняя труба и, таким образом, трубопровод для текучих сред может быть предназначен для содержания среды, отличной от потока текучей среды, например кабелей, инструментов или подобного. Способ может содержать переменное сечение внутренней трубы для того, чтобы достичь отличающихся форм сечения внутренней трубы. Отличающаяся форма сечения может способствовать прохождению типа среды по внутренней трубе.

Внутренняя труба и, таким образом, трубопровод для текучих сред может быть выполнена с возможностью приема, поддержания или содержания в ней прибора, такого как прибор регулирования потока, например клапан или подобное. Переменное сечение внутренней трубы может способствовать размещению прибора внутри внутренней трубы, например посредством создания поддерживающей области, установочного профиля или подобного. Способ может содержать установку прибора внутри внутренней трубы.

Способ может содержать формовку или изменение формы секции внутренней трубы, так что упомянутая образованная секция или секции, подвергшаяся изменению формы, имеет иную площадь поперечного сечения по сравнению со смежной секцией. Образованная секция или секция внутренней трубы, подвергшаяся изменению формы, может иметь уменьшенную или увеличенную площадь поперечного сечения по сравнению со смежной секцией. Форма сечения образованной секции или секции, подвергшейся изменению формы, может быть геометрически подобной или, по существу, геометрически подобной форме сечения смежной секции. Меньшая/большая площадь поперечного сечения может позволить образованной секции или секции трубы, подвергшейся изменению формы, использоваться в качестве, например, расходомера, который может применяться при измерении расхода или подобном.

Способ может содержать формовку или изменение формы секции внутренней трубы, имеющей подобную или, по существу, подобную площадь поперечного сечения по сравнению со смежной секцией, например смежной секцией, которая не подверглась изменению формы. Форма сечения образованной секции или секции, подвергшейся изменению формы, может быть геометрически неподобной форме се-

чения смежной секции. Образованная или измененная форма сечения может являться овальной, продолговатой, многоугольной, неправильной или комбинацией этих форм. Образованная секция или секция внутренней трубы, подвергшаяся изменению формы, может способствовать обеспечению улучшенного расположения и/или работы электронных устройств, внешних по отношению к стенке внутренней трубы.

Способ может содержать обеспечение изменения сечения внутренней трубы, например посредством изменения формы, между концами трубы.

Способ может содержать обеспечение изменения формы сечения, например посредством формовки или изменения формы, вдоль внутренней трубы так, что секция внутренней трубы может обеспечить улучшенное расположение и/или работу устройства, такого как электронное устройство, в то же время поддерживая такую же площадь поперечного сечения, как у секции другой формы внутренней трубы. Изменяющаяся форма сечения может обеспечить улучшенное расположение и/или работу устройства, в то же время уменьшая ограничения потока по внутренней трубе.

Устройство или устройства могут содержать, например, преобразователь, передатчик, приемник, приемопередатчик, антенну, полость, такую как резонирующая полость, тензометрический датчик, датчик давления или подобное. В некоторых вариантах выполнения устройства может содержать, например, тензометрическое измерительное устройство, такое как электрический тензометрический датчик, мост Уистона, оптоволоконный тензометрический датчик или подобное.

Тензометрическое измерение может использоваться для того, чтобы обеспечить или позволить определение давления изнутри и/или снаружи трубопровода для текучих сред. В некоторых вариантах выполнения материал трубопровода для текучих сред, по меньшей мере, в области тензометрического измерительного устройства, может провоцировать или увеличивать напряжение, чтобы способствовать улучшению тензометрического измерения.

В общем, материал трубопровода для текучих сред может быть обеспечен, чтобы способствовать улучшению возможности и/или чувствительности любого измерительного устройства и/или датчика.

Улучшенное расположение и/или работа устройства может означать, что больший процент объема внутренней трубы может быть проконтролирован и/или измерен. Улучшенное расположение и/или работа устройства может означать, что более четкий сигнал может быть передан и/или принят от устройства.

Способ может содержать обеспечение изменения формы сечения, например посредством формовки или изменения формы, вдоль внутренней трубы, чтобы образовать крепежную поверхность, которая может способствовать креплению устройства к внутренней трубе. Внутренняя труба, например секция, подвергшаяся изменению формы, может содержать плоскую или по существу плоскую крепежную поверхность или более одной плоской или, по существу, плоской крепежной поверхности. Внутренняя труба, например секция, подвергшаяся изменению формы, может содержать одну или более изогнутых крепежных поверхностей. Внутренняя труба, например секция, подвергшаяся изменению формы, может содержать крепежную поверхность, образующую один или более геометрических элементов. Каждый геометрический элемент может вмещать и/или способствовать креплению устройства, такого как датчик и/или передатчик, к внутренней трубе. Крепежная поверхность или крепежные поверхности могут быть выполнены с возможностью обеспечения предпочтительного расположения устройства или устройств. Например, крепежная поверхность или крепежные поверхности могут быть выполнены с возможностью размещения устройства или устройств ближе друг к другу. Это может обеспечить предпочтительное расположение датчика и передатчика для улучшенной передачи сигнала. Например, крепежная поверхность или крепежные поверхности могут быть выполнены с возможностью обеспечения более короткого канала передачи между датчиком и передатчиком.

Способ может содержать обеспечение изменения сечения, например посредством формовки или изменения формы, вдоль внутренней трубы, так что расстояние между противоположными областями стенки внутренней трубы в продольной секции уменьшается. Такая конструкция может способствовать улучшенным возможностям измерений или контроля. Например, уменьшенное расстояние между противоположными областями стенки может позволить сигналу, такому как электромагнитный сигнал, акустический сигнал или подобное, распространяться по более короткому каналу передачи между противоположными областями стенки. Такой более короткий канал передачи может уменьшить или минимизировать затухание, потерю энергии и подобное в сигнале.

Сигнал может использоваться для обеспечения измерений или контроля текучей среды, текущей по композиционной трубе, такого как измерения давления, температуры, состава или подобного. Сигнал может использоваться для изменения свойства текучей среды, такого как температура или подобное.

В некоторых вариантах выполнения противоположные области стенки могут размещать, например поддерживать или быть связанными, с соответствующими устройствами передачи и приема для передачи и приема сигнала.

В некоторых вариантах выполнения продольная секция может быть выполнена имеющей противоположные области стенки, которые расположены ближе друг к другу без или с минимальным изменением площади сечения в продольной секции. Такая конструкция может способствовать уменьшению влияния на свойства, например скорость, давление и подобное, текучей среды во время перемещения по продольной секции. Эта конструкция может способствовать обеспечению любых измерений в продольной

секции, которые, как можно предположить, отражают более глобальные условия течения текучей среды вдоль трубопровода.

Продольная секция может быть образованной или измененной формы посредством сжатия вбок или разглаживания участка изначально круглой или, по существу, круглой внутренней трубы.

В одном варианте выполнения способ может содержать обеспечение изменения сечения, например посредством формовки или изменения формы, вдоль внутренней трубы, так что противоположные области стенки внутренней трубы в первой продольной секции расположены ближе друг к другу, чем противоположные области стенки другой второй продольной секции.

Способ может содержать обеспечение изменения сечения, например посредством формовки или изменения формы сечения внутренней трубы, для обеспечения крепежной поверхности, которая позволяет прикрепить более крупное устройство, например, по сравнению с обычной, например круглой, формой трубы. Изменение сечения внутренней трубы может содержать или обеспечивать крепежную поверхность, которая позволяет прикрепить множество устройств на одну поверхность. Более крупное устройство может позволить контролировать большее процентное отношение объема среды внутренней трубы. Например, устройство может иметь такую же ширину, как и крепежная поверхность. Множество устройств может быть прикреплено так, что множество устройств совместно продолжаются на всю ширину крепежной поверхности. Множество устройств на одной крепежной поверхности может позволить контролировать большее количество аспектов среды внутри внутренней трубы.

Устройство может быть прикреплено к более чем одной поверхности. Например, устройство может быть выполнено с возможностью закрытия и/или крепления ко всем внешним или всем внутренним поверхностям внутренней трубы. Например, устройство может закрывать и/или крепиться по всему периметру внутренней трубы.

В одном варианте выполнения образованная секция или секция внутренней трубы, подвергшаяся изменению формы, может содержать подобную или, по существу, подобную площадь поперечного сечения по ее длине, в то время как содержит отличающуюся форму сечения. Образованная секция или секция внутренней трубы, подвергшаяся изменению формы, может содержать подобную или, по существу, подобную форму сечения по ее длине, в то время как содержит отличающуюся площадь поперечного сечения по ее длине. Образованная секция или секция внутренней трубы, подвергшаяся изменению формы, может содержать как отличающуюся площадь поперечного сечения, так и отличающуюся форму сечения вдоль ее длины.

Способ может содержать обеспечение изменения сечения, например посредством изменения формы, в концевой области внутренней трубы. Концевая область трубы может быть обеспечена содержащей расширяющуюся область. Расширяющаяся область может увеличить наружный диаметр на конце внутренней трубы. Альтернативно концевая область измененной формы внутренней трубы может содержать суженную область. Суженная область может уменьшить наружный диаметр на конце внутренней трубы. Концевая область внутренней трубы, содержащая изменение сечения, может облегчать соединение со вторичным устройством. Концевая область внутренней трубы, содержащая изменение сечения, может обеспечивать или образовывать поверхность зацепления или уплотнения с внешним устройством. Например, концевая область может быть способна к соединению с фланцем. Концевая область может содержать канавку или зазор, в котором может быть размещено уплотнение. Уплотнение может помочь предотвратить утечку текучей среды в случае прикрепления внешнего устройства или трубопровода. Концевая область трубы может способствовать обеспечению соединения с внешними устройствами или трубопроводами, которые имеют не такой же наружный диаметр, что и внутренняя труба.

Способ может содержать формовку или обеспечение переходной секции между смежными продольными секциями внутренней трубы, имеющей переменное сечение между ними. Форма переходной секции может предпочтительно влиять на характеристики потока текучей среды по внутренней трубе. На переходной секции скорость перехода может быть постепенной. Постепенный переход может способствовать уменьшению потерь потока на трение в трубе. Постепенный переход может уменьшить такие факторы, как концентрации напряжений во внутренней трубе. Концентрации напряжений могут быть важны, когда внутренняя труба находится под нагрузкой. Внутренняя труба может содержать множество переходных секций. Скорость перехода по меньшей мере двух переходных секций может быть подобной или, по существу, подобной. В некотором варианте выполнения скорость перехода по меньшей мере двух переходных секций может иметь иную скорость перехода.

Способ может содержать формовку или изменение формы внутренней трубы перед нанесением любого усиленного волокном композиционного материала.

В некоторых вариантах выполнения способ может содержать нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу и затем изменение формы, по меньшей мере, участка внутренней трубы. Нанесение усиленного волокном композиционного материала перед изменением формы внутренней трубы может способствовать обеспечению некоторой степени поддержки внутренней трубы во время процесса изменения формы. Способ может содержать нанесение дополнительного усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу после этапа изменения формы.

Усиленный волокном композиционный материал может содержать, по меньшей мере, матричный

материал и одно или более армирующих волокон, внедренных внутрь матричного материала.

Армирующие волокна могут быть выполнены из или содержать любой подходящий материал. Армирующие волокна могут быть выполнены, например, из углеродного волокна, стеклянного волокна или подобного.

Матричный материал может быть выполнен из или содержать любой подходящий материал, например из полимера, такого как термопластик. Матричный материал может являться или содержать, например, полиэфирэфиркетон (ПЭЭК, РЕЕК), полиарилэфиркетон (ПАЭК, РАЕК), поливинилхлорид (ПВХ, PVC), поливинилидендифторид (ПВДФ, PVDF), полифениленсульфид (ПФС, PPS) или подобное.

Способ может содержать скрепление усиленного волокном композиционного материала с внутренней трубой. Скрепление усиленного волокном композиционного материала с внутренней трубой может предотвратить перемещение внутренней трубы относительно усиленного волокном композиционного материала. Способ может содержать скрепление усиленного волокном композиционного материала с внутренней трубой посредством объединения и/или сплавления. Эта конструкция может создать монолитную структуру, продолжающуюся, по существу, непрерывно между внутренней трубой и композиционным материалом.

Способ может содержать использование материала внутренней трубы, который является таким же, как и матричный материал усиленного волокном композиционного материала. Наличие матричного материала, скрепленного, сплавленного, объединенного или т.п. с внутренней трубой из того же материала, может обеспечить более сильное скрепление. Такое скрепление может образовывать или создавать монолитную матричную структуру, продолжающуюся непрерывно от внутренней трубы и через композиционный материал.

Монолитная структура может содержать один матричный материал с внедренными армирующими волокнами.

Способ может содержать нанесение усиленного волокном композиционного материала на поверхность внутренней трубы. Способ может содержать нанесение усиленного волокном композиционного материала на поверхность внутренней трубы посредством любого надлежащего способа. Способ может содержать нанесение усиленного волокном композиционного материала на поверхность внутренней трубы посредством непосредственного нанесения усиленного волокном композиционного материала, например посредством распределения, обмотки, наплавления, оборачивания, навивки, литья или подобного вокруг внутренней трубы.

Способ может содержать приготовление или наличие приготовленного усиленного волокном композиционного материала перед нанесением. Способ может содержать приготовление или наличие приготовленного усиленного волокном композиционного материала, имеющего конкретную форму.

Способ может содержать приготовление или наличие приготовленного усиленного волокном композиционного материала, имеющего формуемую или податливую форму. Способ может содержать нанесение усиленного волокном композиционного материала на поверхность внутренней трубы посредством, например, литья.

Способ может содержать приготовление или обеспечение усиленного волокном композиционного материала, так что он имеет вид полосы усиленного волокном композиционного материала. Полоса усиленного волокном композиционного материала может содержать армирующие волокна, встроенные в матричный материал, например предварительно пропитанные им. Полоса усиленного волокном композиционного материала может содержать непрерывные армирующие волокна, встроенные в матричный материал. Способ может содержать нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу, который имеет вид полосы.

Способ может содержать оборачивание усиленного волокном композиционного материала, например обеспеченного в виде полосы, вокруг внутренней трубы. Один или более слоев усиленного волокном композиционного материала могут быть нанесены на внутреннюю трубу.

Способ может содержать нанесение усиленного волокном композиционного материала посредством обмотки источника усиленного волокном композиционного материала вокруг неподвижной внутренней трубы. Альтернативно способ может содержать поддержание источника усиленного композиционного материала в неподвижном положении, в то же время перемещая внутреннюю трубу, например посредством вращательного и/или поступательного перемещения.

Способ может содержать крепление усиленного волокном композиционного материала к внутренней трубе. Крепление усиленного волокном композиционного материала может быть выполнено посредством скрепления или сплавления. Способ может содержать скрепление или сплавление усиленного волокном композиционного материала химически (например посредством применения смолы) и/или посредством передачи тепла. Передача тепла может вызвать локализованное расплавление внутренней трубы и/или усиливающего материала. Локализованное расплавление внутренней трубы может скрепить или сплавить армирующий материал с внутренней трубой. Скрепление или сплавление может способствовать обеспечению того, что имеется минимальное перемещение внутренней трубы относительно усиливающего материала, когда трубопровод для текучих сред находится под нагрузкой.

Способ может содержать нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутрен-

ную трубу и применение процесса к усиленному волоконному композиционному материалу. Процесс может улучшить скрепление усиленного волоконным композиционным материалом с внутренней трубой. Процесс может включать в себя дополнительную передачу тепла. Процесс может содержать передачу тепла в виде, например, источника нагретого воздуха, лазера и/или непосредственного контакта с нагретым объектом, таким как нагретый ролик. Процесс может содержать прикладывание давления. Процесс может содержать прикладывание давления путем непосредственного контакта с устройством, таким как форма, ролик или подобным.

Усиленный волоконным композиционный материал может обеспечить внутреннюю трубу с улучшенными свойствами, такими как улучшенная жесткость, прочность и/или сопротивление разрыву.

Способ может содержать крепление устройства к усиленному волоконному композиционному материалу. Способ может содержать крепление устройства к внешней поверхности усиленного волоконным композиционного материала. Способ может содержать крепление устройства после нанесения некоторого количества или всего усиленного волоконным композиционным материалом. Способ может содержать скрепление устройства с усиленным волоконным композиционным материалом. Способ может содержать скрепление устройства посредством любого надлежащего средства, например с помощью клея, смолы или подобного.

Способ может содержать внедрение устройства в усиленный волоконным композиционный материал. Способ может содержать внедрение устройства в любой точке или точках по длине трубопровода для текучих сред. Способ может содержать установку устройства до нанесения усиленного волоконным композиционным материалом. В этом случае усиленный волоконным композиционный материал может отсутствовать между устройством и внутренней трубой. По существу, одна поверхность устройства может находиться в непосредственном контакте со стенкой внутренней трубы. Способ может содержать установку устройства после нанесения некоторого количества или всего усиленного волоконным композиционным материалом. В этом случае по меньшей мере одна поверхность устройства может соприкасаться с усиленным волоконным композиционным материалом. Способ может содержать удерживание устройства на месте посредством усиленного волоконным композиционным материалом. Способ может содержать скрепление устройства с поверхностью внутренней трубы. Способы, содержащие внедрение и/или скрепление устройства, могут использоваться для ограничения нежелательного перемещения устройства при работе. Внедрение устройства в трубопровод для текучих сред может предотвратить создание устройством препятствия, когда трубопровод для текучих сред используется (например, препятствия для потока текучей среды).

Устройство может являться или содержать, например, по меньшей мере один из приемника, датчика и передатчика. Устройство может быть способно измерять состав потока текучей среды. Устройство может быть способно измерять характеристики текучей среды или потока текучей среды. Устройство может быть способно измерять аспекты, такие как вязкость текучей среды, скорость потока текучей среды и/или регистрировать, если текучая среда содержит какие-либо твердые частицы. Устройство может функционировать для передачи сигнала в поток текучей среды. Сигнал может являться, например, акустическим сигналом, электромагнитным сигналом или подобным. Устройство или комбинация устройств может позволить использовать секцию трубопровода в качестве измерительной установки. Устройство или комбинация устройств может позволить использовать секцию трубопровода в качестве расходомера Вентури. В этом случае устройство может являться или содержать тензометрический датчик для определения давления от напряжения в трубопроводе, отверстие для замера статического давления и/или подобное.

Устройство может являться или содержать полость. Полость может, по меньшей мере частично, ограничивать сигнал, передаваемый внутри полости. Эта конструкция может улучшить чувствительность измерительной установки. Полость может функционировать для поддержания резонанса сигнала, передаваемого внутри полости.

Способ может содержать неравномерное нанесение усиленного волоконным композиционным материалом по всему сечению трубопровода для текучих сред. Распределение армирующим волокон может быть более плотным по направлению к внешней поверхности композиционного трубопровода для текучих сред. Внутренняя поверхность внутренней трубы может не содержать каких-либо армирующих волокон. Армирующие волокна внутри усиленного волоконным композиционным материалом могут вызывать рассеяние или ослабление сигнала, излученного внедренным устройством. Следовательно, недостаток армирующих волокон по направлению к внутренней поверхности может обеспечить лучшее функционирование внедренного устройства. Устройство может выполнять функцию датчика. Лучшее функционирование устройства может быть обеспечено в результате уменьшенного ослабления, например электромагнитного или акустического сигналов. Лучшее функционирование устройства может обеспечить, например, лучшее тензометрическое измерение, которое может быть использовано для измерения давления и/или внешней механической нагрузки и/или температуры, действующей на или от трубопровода для текучих сред.

Распределение плотности армирующих волокон может быть таким, что ни одно из волокон не соприкасается с внутренней поверхностью трубопровода для текучих сред. В случае, когда существует имеющиеся недостатки скрепления между композиционным матричным материалом и армирующим волоконным, существует вероятность образования пути утечки между армирующим волоконным и секцией ком-

позиционного матричного материала. Недостаток волокон, соприкасающихся с внутренней поверхностью трубопровода для текучих сред, может привести к уплотнению между внутренней поверхностью трубопровода для текучих сред и любым из таких путей утечки.

Способ может позволить выбор объема усиленного волокном композиционного материала, наносимого на внутреннюю трубу, до нанесения. Способ может позволить нанесение равномерного объема или плотности усиленного волокном композиционного материала по длине внутренней трубы. Способ может позволить изменение объема или плотности усиленного композиционного материала, наносимого на одну секцию или участок.

Способ может содержать изменение нанесения усиленного композиционного материала по длине внутренней трубы. Изменение нанесения усиленного композиционного материала по длине трубопровода для текучих сред может обеспечить элемент контроля за наружными размерами трубопровода для текучих сред. Например, нанесение большего количества усиленного композиционного материала на секцию внутренней трубы может привести к увеличенному наружному размеру этой секции. Переменное нанесение усиленного композиционного материала может обеспечить длине трубопровода для текучих сред, которая содержит длину внутренней трубы с переменными размерами, постоянный наружный диаметр по длине трубопровода для текучих сред. Альтернативно переменное нанесение усиливающего композиционного материала может позволить длине трубопровода для текучих сред, которая содержит длину внутренней трубы с постоянным или равномерным размером, образовывать переменный наружный размер.

Конкретный наружный размер длины трубопровода для текучих сред может обеспечивать предпочтительные характеристики длине трубопровода для текучих сред. Трубопровод для текучих сред может содержать секцию, которая имеет значительно больший наружный размер по сравнению с остальным трубопроводом для текучих сред. Секция трубопровода для текучих сред, содержащая больший наружный размер, может действовать в качестве центризатора для трубопровода для текучих сред, который используется в буровой скважине, например. Альтернативно трубопровод для текучих сред, который имеет постоянный наружный размер, может при некоторых нагрузках предпочтительно показывать уменьшение возникновения внутренних концентраций напряжений.

Дополнительные способы формовки могут быть применены к усиленному композиционному материалу. Способ может содержать удаление материала из усиленного композиционного материала. Удаление материала может обеспечить геометрический элемент на поверхности трубопровода для текучих сред. Материал может быть удален посредством механической обработки, например фрезерованием, сверлением, шлифованием или точением.

Геометрический элемент на трубопроводе для текучих сред может облегчать крепление внешнего устройства. Внешнее устройство может являться крепежным устройством, таким как муфта. Внешнее устройство может содержать разъемную конструкцию, например разъемную муфту. Разъемная конструкция может облегчать установку крепежного устройства на трубопровод для текучих сред. Альтернативно внешнее устройство может быть образовано в виде одного цельного блока. Способ может содержать установку внешнего устройства на трубопровод для текучих сред до того, как упомянутый трубопровод полностью изготовлен. Установка внешнего устройства до полного изготовления трубопровода для текучих сред может способствовать более простой установке. Геометрический элемент также может позволить установку сжимающего приспособления для облегчения способности трубопровода для текучих сред к присоединению к другим конструкциям. Сжимающее приспособление может способствовать креплению секции трубопровода для текучих сред к другому компоненту. Способ может содержать установку уплотнительного элемента между концом трубопровода для текучих сред и внешним устройством. Сжимающее приспособление может облегчать сжатие внешнего устройства и трубопровода для текучих сред. Таким образом, трубопровод для текучих сред может быть способен герметично сообщаться с внешним устройством.

Способ может содержать продольное или радиальное предварительное сжатие секции трубопровода для текучих сред. Предварительное сжатие может привести секцию трубопровода для текучих сред в обычно сжатое состояние. Приведение секции трубопровода для текучих сред в обычно сжатое состояние может позволить трубопроводу для текучих сред испытывать нейтральные или более низкие напряжения, когда к трубопроводу для текучих сред прикладывается натяжение. Трубопровод для текучих сред в предварительно сжатом состоянии может быть способен выдерживать более высокие продольные или радиальные натяжения до разрушения по сравнению с трубопроводом для текучих сред, который не имеет предварительного сжатия. Способ может содержать создание предварительного сжатия посредством специального нанесения усиливающего композиционного материала. Например, армирующий композиционный материал на внешнем участке трубопровода для текучих сред может быть нанесен с натяжением (например, кольцевым натяжением), для того чтобы приложить сжатие (например, кольцевое сжатие) к внутреннему участку трубопровода для текучих сред. Способ может содержать создание продольного предварительного сжатия посредством сжатия трубопровода для текучих сред между фланцевыми сборками. Например, способ может содержать соединение фланца с одним из двух концов трубопровода для текучих сред. Способ может содержать крепление фланцев к одному из двух концов трубопровода для текучих сред посредством использования соединительных тяг, которые могут быть затяну-

ты, для того чтобы создавать продольное сжатие трубопровода для текучих сред.

Аспект настоящего изобретения относится к композиционному трубопроводу для текучих сред, содержащему

внутреннюю трубу, образующую изменение сечения между ее по меньшей мере двумя продольными секциями; и

усиленный композиционный материал, нанесенный на внутреннюю трубу.

Композиционный трубопровод для текучих сред может быть образован или изготовлен способом любого другого аспекта.

Трубопровод для текучих сред может включать в себя одно или более устройств, таких как электрическое устройство. По меньшей мере одно устройство может быть внедрено внутрь стенки трубопровода для текучих сред. По меньшей мере одно устройство может быть внедрено между внутренней трубой и композиционным материалом.

Аспект настоящего изобретения относится к способу формовки композиционного трубопровода для текучих сред, содержащему

изменение формы внутренней трубы для создания сечения трубы измененной формы, имеющего требуемую форму; и

нанесение усиленного волокном композиционного материала на секцию внутренней трубы, подвергшуюся изменению формы.

Аспект настоящего изобретения относится к композиционному трубопроводу для текучих сред, содержащему

внутреннюю трубу, имеющую сечение трубы измененной формы; и

усиленный волокном композиционный материал, нанесенный на секцию, подвергшуюся изменению формы.

Аспект настоящего изобретения относится к способу формовки композиционного трубопровода для текучих сред, содержащему

обеспечение внутренней трубы, имеющей некруглое сечение вдоль, по меньшей мере, участка длины внутренней трубы; и

нанесение усиленного волокном композиционного материала, по меньшей мере, на участок внутренней трубы.

Аспект настоящего изобретения относится к композиционному трубопроводу для текучих сред, содержащему

внутреннюю трубу, имеющую некруглое сечение вдоль, по меньшей мере, участка длины внутренней трубы; и

усиленный волокном композиционный материал, нанесенный, по меньшей мере, на участок внутренней трубы.

Аспект настоящего изобретения относится к способу формовки композиционного трубопровода для текучих сред, содержащему

обеспечение внутренней трубы, имеющей поверхность, на которое устанавливается устройство;

установку устройства на внутреннюю трубу; и

нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу для того, чтобы внедрить устройство.

Аспект настоящего изобретения относится к композиционному трубопроводу для текучих сред, содержащему

внутреннюю трубу;

устройство, установленное на установочную поверхность внутренней трубы; и

усиленный волокном композиционный материал, нанесенный на внутреннюю трубу и внедряющий устройство.

Аспект настоящего изобретения относится к способу формовки композиционного трубопровода для текучих сред, содержащему

обеспечение внутренней трубы, включающей в себя изменение сечения между противоположными осевыми концами внутренней трубы; и

нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу по меньшей мере в положении, включающем в себя изменение сечения.

Способ может включать в себя установку или крепление устройства внутри стенки трубопровода для текучих сред в положении, включающем в себя изменение сечения.

Аспект настоящего изобретения относится к композиционному трубопроводу для текучих сред, содержащему

внутреннюю трубу, которая включает в себя изменение сечения между противоположными осевыми концами внутренней трубы; и

усиленный композиционный материал, нанесенный на внутреннюю трубу в положении изменения сечения.

Трубопровод для текучих сред может включать в себя устройство, по меньшей мере частично, вне-

дренное внутрь стенки трубопровода для текучих сред, в положении, включающем в себя изменение сечения.

Аспект настоящего изобретения относится к способу формовки композиционного трубопровода для текучих сред, содержащему

обеспечение внутренней трубы, включающей в себя изменение сечения в одной осевой концевой области внутренней трубы; и

нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу в осевой концевой области, включающей в себя изменение сечения.

Способ может включать в себя установку или крепление устройства, такого как коннектор или крепежное устройство, в осевой концевой области. Такая конструкция может облегчать соединение трубопровода для текучих сред с внешней конструкцией.

Аспект настоящего изобретения относится к композиционному трубопроводу для текучих сред, содержащему

внутреннюю трубу, которая включает в себя изменение сечения в одной осевой концевой области внутренней трубы; и

усиленный композиционный материал, нанесенный на внутреннюю трубу в осевой концевой области, включающей в себя изменение сечения.

Трубопровод для текучих сред может включать в себя устройство, такое как коннектор или крепежное устройство, в осевой концевой области.

Аспект настоящего изобретения относится к способу формовки композиционного трубопровода для текучих сред, содержащему

формовку или изменение формы внутренней трубы, имеющей такое изменение сечения, что расстояние между противоположными областями стенки внутренней трубы в продольном сечении уменьшается; и

нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу в продольном сечении.

Аспект настоящего изобретения относится к композиционному трубопроводу для текучих сред, содержащему

внутреннюю трубу, имеющую такое изменение сечения, что расстояние между противоположными областями стенки внутренней трубы в продольном сечении уменьшается; и

нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу в продольном сечении.

Краткое описание чертежей

Эти и другие аспекты настоящего изобретения теперь будут описаны, исключительно в качестве примера, со ссылкой на сопровождающие чертежи.

Фиг. 1 - вид сбоку внутренней трубы и формы согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 2 - вид в сечении внутренней трубы и формы вдоль сечения 2-2 с фиг. 1 согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 3 - вид в сечении внутренней трубы и формы вдоль сечения 3-3 с фиг. 1 согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 4 - вид в сечении внутренней трубы и формы вдоль сечения 4-4 с фиг. 1 согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 5 - вид в сечении внутренней трубы и формы вдоль сечения 5-5 с фиг. 2 согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 6 - вид в сечении, показанный на фиг. 2, причем внутренняя труба зацеплена в форму согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 7 - вид в сечении, показанный на фиг. 3, причем внутренняя труба зацеплена в форму согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 8 - вид в сечении, показанный на фиг. 4, причем внутренняя труба зацеплена в форму согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 9 - показывает формованную версию внутренней трубы согласно одному варианту выполнения изобретения, причем фиг. 9А, 9В и 9С показывают сечения вдоль сечений А-А, В-В и С-С соответственно.

Фиг. 10 - формованная внутренняя труба, причем устройство размещено в середине литой секции и композиционный материал нанесен на поверхность внутренней трубы согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 11 - вид в сечении вдоль сечения А-А с фиг. 10.

Фиг. 12 показывает вид сбоку и виды в сечениях А-А, В-В и С-С формованной внутренней трубы согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 13 показывает вид сбоку и виды в сечениях А-А, В-В и С-С формованной внутренней трубы с прикрепленными датчиками согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 14 показывает вид сбоку и виды в сечениях А-А, В-В и С-С формованной внутренней трубы

согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 15 показывает вид сбоку и виды в сечениях А-А, В-В и С-С композиционного трубопровода для текучих сред согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 16 показывает вид сбоку и виды в сечениях А-А, В-В и С-С композиционного трубопровода для текучих сред согласно второму варианту выполнения изобретения.

Фиг. 17 показывает вид сбоку и виды в сечениях А-А, В-В и С-С композиционного трубопровода для текучих сред согласно третьему варианту выполнения изобретения.

Фиг. 18 - вид сбоку концевой секции внутренней трубы и формы согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 19 - вид сбоку, показывающий начальный контакт между концевой секцией внутренней трубы и формой.

Фиг. 20 - вид сбоку формы и частично формованной концевой секции внутренней трубы.

Фиг. 21 - вид сбоку формы и формованной концевой секции внутренней трубы.

Фиг. 22 показывает нанесение композиционных волокон на секцию внутренней трубы с концевой секцией измененной формы согласно одному варианту выполнения изобретения.

Фиг. 23 - вид в сечении композиционного трубопровода для текучих сред с концевой секцией измененной формы и который содержит внедренное устройство.

Фиг. 24 - вид в сечении узла композиционного трубопровода для текучих сред и фланцев.

Подробное описание чертежей

Способ, как описано ниже, в целом относится к изменению формы на длине внутренней трубы, на которую уложен усиленный волокном композиционный материал. В некоторых вариантах выполнения до нанесения усиленного волокном композиционного материала внутренняя труба может быть выполнена так, что она имеет конкретную форму. В некоторых вариантах выполнения до нанесения усиленного волокном композиционного материала внутренняя труба может быть подвергнута дополнительному изменению формы так, что она имеет конкретную форму. Внутренняя труба или участок внутренней трубы может быть непосредственно образован требуемой формы или может быть образован и затем подвергнут изменению формы до требуемой формы. Затем в некоторых вариантах выполнения усиленный волокном композиционный материал скрепляется с внутренней трубой, чтобы создать композиционный трубопровод для текучей среды с улучшенными свойствами. Множество различных конструкций трубопровода для текучей среды возможны с использованием описанного способа. Некоторые из этих конструкций, а также некоторые преимущества этих конструкций, описаны ниже.

Фиг. 1 - абстрактный вид сбоку внешнего формирующего устройства 1 для изменения формы части трубы 2. Как будет описано более подробно ниже, труба 2 может образовывать внутреннюю часть трубопровода, и следовательно трубой 2 здесь называется внутренняя труба. Внешнее формирующее устройство содержит первый участок 4 формы и второй участок 6 формы. Внешнее формирующее устройство 1 выполнено с возможностью зацепления продольной секции внутренней трубы 2 между концами внутренней трубы 2. Как изображено на фиг. 1, внутренняя труба 2 пока не зацеплена с внешним формирующим устройством 1. Следовательно, формирующие поверхности 10, 12 внешнего формирующего устройства 1 не соприкасаются с внутренней трубой 2. Как первая форма 4, так и вторая форма 6 сообщаются с устройством 8 управления. Устройство 8 управления может управлять аспектами внешнего формирующего устройства 1, таким как давление, прикладываемое к внутренней трубе 2, период времени, в течение которого внешнее формирующее устройство 1 зацеплено с внутренней трубой 2, скорость смещения внешнего формирующего устройства 1 и/или температура формирующих поверхностей 10, 12.

Фиг. 2 - вид в сечении внешнего формирующего устройства 1 и внутренней трубы 2 вдоль сечения 2-2, как показано на фиг. 1. Вдоль этого сечения первая и вторая формирующие поверхности 10, 12 профилированы так, что при зацеплении с внутренней трубой 2 изменение формы внутренней трубы 2 будет минимальным. Как показано на фиг. 1, первой и второй формам 4, 6 еще предстоит зацепить внутреннюю трубу 2.

Фиг. 3 - вид в сечении внешнего формирующего устройства 1 и внутренней трубы 2 вдоль сечения 3-3, как показано на фиг. 1. Вдоль этого сечения формирующие поверхности 10, 12 профилированы так, что внутренняя труба 2 изменит форму согласно форме формирующих поверхностей 10, 12 при зацеплении с первой и второй формами 4, 6. В этом варианте выполнения сечение внутренней трубы 2 вдоль сечения 3-3 будет деформировано в овальную форму. Эта форма представляет собой секцию внутренней трубы 2, подвергшуюся промежуточному изменению формы.

Фиг. 4 - вид в сечении внешнего формирующего устройства 1 и внутренней трубы 2 вдоль сечения 4-4 как показано на фиг. 2. Аналогично фиг. 3, вдоль этого сечения формирующие поверхности 10, 12 профилированы так, что внутренняя труба изменит форму согласно форме формирующих поверхностей 10, 12 при зацеплении с первой и второй формой. В этом варианте выполнения сечение трубы вдоль сечения 4-4 будет деформировано в продолговатую форму. Эта секция представляет собой секцию внутренней трубы 2, подвергшуюся полному изменению формы.

Фиг. 5 - вид в сечении вдоль сечения 5-5 с фиг. 2. Более подробно показан продольный профиль формирующих поверхностей 10, 12 внешнего формирующего устройства 1. Каждая формирующая поверхность 10, 12 содержит охватывающие секции 11а, 13а, ближе к концам формирующего устройства 1 изменяющие

форму секции 11с, 13с в центре формующего устройства 1, и переходные секции 11b, 13b между охватываемыми секциями 11а, 13а и изменяющими форму секциями 11с, 13с. Охватываемые секции 11а, 13а формы выполнены так, что смежная поверхность внутренней трубы 2, которая не зацепляет формующее устройство 1, подвергается минимальному непреднамеренному изменению формы в результате процесса формования. Переходные секции 11b, 13b обеспечивают требуемый переход, например постепенный, от охватываемых секций 11а, 13а формы к изменяющим форму секциям 11с, 13с формы. Изменяющие форму секции 11с, 13с обеспечивают требуемую форму секции внутренней трубы 2, подвергшейся изменению формы.

Фигуры 6-8 - такие же виды в сечениях, как показано на фиг. 2-4, но с внешним формующим устройством 1 и внутренней трубой 2 в зацепленной конфигурации. Фиг. 6 показывает внутреннюю трубу 2, зацепленную с охватываемой секцией 11а, 13а формующего устройства, в то время как фиг. 7 показывает секцию 14 внутренней трубы 2, подвергшуюся промежуточному изменению формы, и фиг. 8 показывает секцию 16 внутренней трубы 2, подвергшуюся полному изменению формы.

Фиг. 2-8 изображают формовку секции внутренней трубы очень схематично. Внешнее формующее устройство 1 является промежуточным формующим устройством и имеет обратную форму по отношению к требуемой форме, подлежащей формованию.

При использовании перед зацеплением с внешним формующим устройством 1 внутренняя труба 2 предварительно нагревается посредством внешнего устройства (не показано), которое может являться источником тепла, таким как пламя или нагретый воздух. Нагрев внутренней трубы 2 выполняется контролируемо. Внутренняя труба 2 нагревается до требуемой температуры, в этом случае температуры между температурой стеклования и температурой плавления полимера, из которого она образована. Тепло передается внутренней трубе 2 в течение периода времени, чтобы позволить теплу полностью проникнуть в материал внутренней трубы 2. Температура выбирается так, что материал внутренней трубы 2 размягчается и может быть легко формован.

См. вновь на изображенный вариант выполнения изобретения, внешнее формующее устройство 1 вводится в соприкосновение с внутренней трубой 2. Давление прикладывается к поверхности между внешним формующим устройством 1 и внутренней трубой 2 так, что происходит изменение формы. Давление может быть приложено, например, с использованием привода (не показан). Привод и, следовательно, скорость смещения внешнего формующего устройства 1 могут регулироваться для того, чтобы контролировать скорость изменения формы внутренней трубы 2 и, таким образом, исключить какие-либо повреждения внутренней трубы 2. Например, скорость смещения внешнего формующего устройства 1 может регулироваться для того, чтобы поддерживать скорость изменения формы внутренней трубы 2 ниже наибольшей скорости изменения формы.

Внешнее формующее устройство 1 передает тепло внутренней трубе 2 для того, чтобы поддерживать внутреннюю трубу 2 при температуре релаксационного перехода в течение заданного периода времени. Внешнее формующее устройство 1 может быть нагрето для этой цели любым подходящим средством, например внешним источником тепла, таким как пламя или нагретый воздух, и/или внешнее формующее устройство 1 может содержать внутренний нагревающий механизм, такой как нагревательный элемент. Внешнее формующее устройство 1 поддерживает внутреннюю трубу 2 при температуре релаксационного перехода в течение заданного периода времени без существенного изменения формы внутренней трубы 2. Температура релаксационного перехода ниже температуры, применяемой к внутренней трубе 2 во время изменения формы. Выдерживание внутренней трубы 2 при температуре релаксационного перехода в течение заданного периода времени позволяет рассеять, по меньшей мере, некоторые внутренние напряжения внутри материала внутренней трубы 2.

После выдерживания внутренней трубы 2 при температуре и давлении в течение периода времени внешнее устройство 1 расцепляется с внутренней трубой 2. Внутренней трубе 2 дают остыть до температуры окружающей среды. Возможно оставить внутреннюю трубу 2 для естественного охлаждения до температуры окружающей среды или посредством принудительного охлаждения, используя, например, вентилятор.

Профиль секции внутренней трубы 2, подвергшейся изменению формы, как показано на фиг. 6-8, изображен на фиг. 9. Изображены не подвергшиеся изменению формы секции внутренней трубы, а также секции 14а, 14b, подвергшиеся промежуточному изменению формы, с каждой стороны секции 16, подвергшейся полному изменению формы. Фиг. 9 показывает секции внутренней трубы 2, подвергшиеся изменению формы, до нанесения какого-либо усиливающего материала. На секции 16, подвергшейся полному изменению формы, расположено одно или более устройств 18а, 18b. Устройство или устройства 18а, 18b могут являться электронными устройствами. Например, устройство или устройства 18а, 18b могут являться акустическим или электромагнитным передатчиком и/или приемником. Цель устройства или устройств 18а, 18b может состоять в измерении характеристик потока текучей среды, чтобы оценить тип текучей среды внутри трубопровода 40 для текучей среды или подобного. Устройство или устройства 18а, 18b могут быть некоторым способом прикреплены к секции 16 внутренней трубы 12, подвергшейся полному изменению формы. Плоские поверхности 20, 22 секции, подвергшейся полному изменению формы, могут способствовать простому креплению устройства или устройств 18а, 18b. фиг. 9А, 9В

и 9С - виды в сечениях А-А, В-В и С-С соответственно. фиг. 9А и 9С показывают, что сечение внутренней трубы в сечениях А-А и С-С остается, по существу, круглым, в то время как сечение В-В имеет продолговатую форму. Площадь сечения потока внутренней трубы 2 в сечениях А-А, В-В и С-С, по существу, подобна. По существу, подобная площадь потока внутренней трубы 2 в сечениях А-А, В-В и С-С уменьшает нарушение потока текучей среды в секции 16 внутренней трубы, подвергшейся изменению формы. Продолговатая форма сечения В-В способствует уменьшению длины канала передачи сигнала, который может передаваться между устройствами 18а, 18б. При уменьшении длины канала передачи принятый сигнал может быть более чистым, например будучи подверженным меньшим потерям энергии, ослаблению или подобному.

Способ применения полосы из композиционного материала 30, включающего в себя как матричный материал, так и внедренные армирующие волокна, показан на фиг. 10. В изображенном примере полоса 30 наносится как на не подвергшиеся изменению формы, так и на подвергшиеся изменению формы секции внутренней трубы 2. В этом варианте выполнения источник 32 тепла поднимает температуру начальной точки контакта между внутренней трубой 2 и композиционным материалом. Это может способствовать скреплению композиционного материала с внутренней трубой 2. Механизм, посредством которого источник 32 тепла может способствовать скреплению композиционного материала с внутренней трубой 2, может являться локализованным расплавлением и сплавлением материала внутренней трубы 2. По мере того как полоса 30 наносится на поверхность внутренней трубы 2, область внутренней трубы 2, которой передается тепло, может изменяться. При нанесении полосы 30 на внутреннюю трубу 2 полоса 30 и внутренняя труба 2 прижимаются друг к другу, например, посредством ролика (не показан). Этот процесс способствует фиксации устройств 18а, 18б на месте в пределах секции 16 внутренней трубы 2, подвергшейся полному изменению формы.

См. на фиг. 11, изображен вид в сечении секции 16 трубопровода 40 для текучих сред, подвергшейся полному изменению формы. Трубопровод 40 для текучих сред содержит внутреннюю трубу 2 с усиленным волокном композиционным материалом 34, полностью нанесенным на внутреннюю трубу 2. Устройства 18а, 18б полностью внедрены в усиленное волокном композиционный материал 34. Внешняя поверхность 36 трубопровода 40 для текучих сред содержит постепенный изгиб, и отсутствует внешняя ступенчатая область, обусловленная внедрением устройств 18а, 18б внутрь трубопровода 40 для текучих сред. Хотя показаны внедренными внутрь трубопровода 40 для текучих сред, возможно прикрепить устройства 18а, 18б к внешней поверхности трубопровода 40 для текучих сред. В этом варианте выполнения устройства 18а, 18б прикреплены после нанесения некоторого количества или всего усиленного волокном композиционного материала 34. Нанесение усиленного волокном композиционного материала 34 так, что существует плавный переход на внешней поверхности трубопровода 40 для текучих сред, может обеспечить предпочтительные характеристики трубопроводу 40 для текучих сред, например на него может быть легче наматывать, или с ним легче обращаться, или его легче хранить. Если, например, трубопровод 40 для текучих сред используется в скважинных нефтегазовых операциях, труба может испытывать поток текучей среды по ее внешней поверхности 36, и отсутствие ступенчатой области может облегчать поток по поверхности трубопровода 40 для текучих сред.

В альтернативных вариантах выполнения изобретения секция 16 внутренней трубы 2, подвергшаяся изменению формы, образована так, что она содержит иные формы и площади сечений по сравнению с описанными выше. Некоторые примеры альтернативных вариантов показаны ниже.

Альтернативный вариант выполнения изобретения показан на фиг. 12. Компоненты этой секции в целом подобны компонентам, описанным на фиг. 9. По существу, ссылочные позиции такие же, но увеличены на 200. Фиг. 12 изображает секцию 216 внутренней трубы 202, подвергшуюся полному изменению формы. В этом варианте выполнения секция 216, подвергшаяся полному изменению формы, имеет овальную форму, как показано в сечении Е-Е, в то время как не подвергшиеся изменению формы секции 217а, 217б трубы имеют, по существу, круглые сечения, как показано в сечении D-D и сечении F-F. В этом варианте выполнения площадь потока секции 216, подвергшейся полному изменению формы, по существу, такая же, как площадь потока смежных, не подвергшихся изменению формы секций 217а, 217б трубы. Форма секций 214а, 214б внутренней трубы 202, подвергшихся промежуточному изменению формы, была изменена соответствующим образом, чтобы обеспечить постепенный переход между не подвергшимися изменению формы секциями 217а, 217б и секцией 216, подвергшейся полному изменению формы. В этом варианте выполнения так же, как в других, форма внутренней трубы 202 изменяется, во-первых, чтобы позволить установку внешнего устройства (не показано). После установки внешнего устройства (не показано) наносится усиленное волокном композиционный материал, чтобы образовать трубопровод 240 для текучих сред, который может иметь множество форм и/или элементов.

Фиг. 13 изображает дополнительный альтернативный вариант выполнения изобретения, в целом подобный варианту выполнения с фиг. 9. По существу, ссылочные позиции такие же, но увеличены на 300. Фиг. 13 изображает секцию внутренней трубы 302, подвергшуюся изменению формы, в которой секция 316, подвергшаяся полному изменению формы, геометрически подобна форме смежных, не подвергшихся изменению формы секций 317а, 317б, но с уменьшенной площадью потока. Форма сечения каждой не подвергшейся изменению формы секций 317а, 317б внутренней трубы более ясно показана в

сечениях G-G и J-J соответственно. Форма сечения секции 316 внутренней трубы 302, подвергшейся полному изменению формы, показана в сечении H-H. В показанном варианте выполнения секция внутренней трубы 2, подвергшаяся изменению формы, может иметь множество применений, например она может выполнять функцию расходомера Вентури. То есть поток может иметь более высокое давление и более низкую скорость в не подвергшихся изменению формы секциях 317а, 317b внутренней трубы 302, и более низкое давление и более высокую скорость в секции 316 внутренней трубы 302, подвергшейся полному изменению формы. Устройства 342, 344, 346 показаны прикрепленными к внутренней поверхности внутренней трубы 302, хотя альтернативно может быть допустимо прикреплять устройства 342, 344, 346 к внешней поверхности внутренней трубы 302. Такие устройства могут быть использованы для измерения давления потока текучей среды и/или скорости потока текучей среды. Устройство может являться, например, отверстием для замера статического давления, тензометрическим датчиком или расходомером вытеснительного типа. Аналогично другим вариантам выполнения, секции 314а, 314b, подвергшиеся промежуточному изменению формы, могут быть соответственно образованы так, что форма сечения внутренней трубы 302 постепенно переходит от формы смежных, не подвергшихся изменению формы секций 317а, 317b внутренней трубы к форме секции 316, подвергшейся полному изменению формы. Хотя секции 314а, 314b, подвергшиеся промежуточному изменению формы, показаны на фиг. 13 имеющими, по существу, идентичные в обратном направлении переходы от не подвергшихся изменению формы секций 317а, 317b внутренней трубы к секции 316, подвергшейся полному изменению формы, это не обязательно должно быть так. Возможно, например, секция 314а, подвергшаяся промежуточному изменению формы, обеспечивает резкий переход, в то время как секция 314b, подвергшаяся промежуточному изменению формы, обеспечивает более плавный переход.

Дополнительный альтернативный вариант выполнения секции внутренней трубы, подвергшейся изменению формы, изображен на фиг. 14. Этот вариант выполнения изобретения в целом подобен варианту выполнения, показанному на фиг. 9. По существу, ссылочные позиции такие же, но увеличены на 400. Аналогично предшествующим вариантам выполнения, смежные, не подвергшиеся изменению формы секции 417а, 417b внутренней трубы 402 имеют, в общем, круглую форму сечения, как показано в сечениях K-K и M-M. Секция 416, подвергшаяся полному изменению формы, имеет, в общем, квадратную форму сечения, как изображено в сечении L-L. Фиг. 14 изображает пример варианта выполнения, в котором площадь потока и форма потока секции 416, подвергшейся полному изменению формы, может отличаться как от формы потока, так и от площади потока смежных, не подвергшихся изменению формы секций 417а, 417b внутренней трубы 402.

Вариант выполнения секции трубопровода 50 для текучих сред, подвергшейся изменению формы, изображен на фиг. 15. Внутренняя труба 2 показанного варианта выполнения аналогична внутренней трубе с фиг. 9. Площадь потока не подвергшейся изменению формы секции внутренней трубы 2, по существу, аналогична площади потока секции внутренней трубы 2, подвергшейся полному изменению формы. Не подвергшиеся изменению формы секции 52а, 52b трубопровода для текучих сред имеют, в общем, круглые сечения, как показано в сечениях N-N и Q-Q соответственно. Секция 54 трубопровода 50 для текучих сред, подвергшаяся полному изменению формы, также, в общем, круглая в сечении, как показано в сечении P-P. Наружный диаметр усиленной секции 54 трубопровода 50 для текучих сред, подвергшейся полному изменению формы, превышает наружный диаметр не подвергшихся изменению формы секций 52а и 52b. Усиленная секция 54 трубопровода 50 для текучих сред, подвергшаяся полному изменению формы, содержит продолговатую секцию внутренней трубы 2, на которую были установлены два устройства 56а, 56b. Устройства 56а и 56b могут являться электрическими устройствами, например акустическими и/или электромагнитными датчиками и/или передатчиками, и могут использоваться для измерения характеристики потока текучей среды внутри трубопровода 50 для текучих сред. Усиленный волокном композиционный материал 58 нанесен на поверхность внутренней трубы 2. Устройства 56а и 56b скреплены с внутренней трубой 2 и внедрены внутрь трубопровода 50 для текучих сред в результате нанесения усиленного волокном композиционного материала 58. В некоторых применениях наличие усиленной секции 54 трубопровода 50 для текучих сред, подвергшейся полному изменению формы, большего диаметра, чем не подвергшиеся изменению формы секции 52а, 52b, может обеспечить некоторые преимущества. Например, если трубопровод 50 для текучих сред был расположен внутри цилиндрического кожуха (например, в стволе скважины), более широкая секция может действовать в качестве центриатора, чтобы ограничить боковое перемещение трубопровода 50 для текучих сред внутри кожуха.

Дополнительный вариант выполнения секции трубопровода 60 для текучих сред, подвергшейся изменению формы, показан на фиг. 16. В этом варианте выполнения внутренняя труба 2 подобна внутренней трубе, показанной на фиг. 9 и 15. Площадь потока не подвергшейся изменению формы секции внутренней трубы 2, по существу, аналогична площади потока секции внутренней трубы 2, подвергшейся полному изменению формы. Не подвергшиеся изменению формы секции 62а, 62b трубопровода для текучих сред имеют, в общем, круглые сечения, как показано в сечениях R-R и T-T соответственно. Усиленная секция 64, подвергшаяся полному изменению формы, трубопровода 60 для текучих сред также, в общем, круглая в сечении, как показано в сечении S-S. Усиленный волокном композиционный материал 68 был нанесен по длине внутренней трубы 2, так что наружный диаметр как не подвергшихся измене-

нию формы секций 62a, 62b и секции 64, подвергшейся изменению формы, по существу, подобен. Усиленная секция 64 трубопровода 60 для текучих сред, подвергшаяся полному изменению формы, содержит продолговатую секцию внутренней трубы 2, на которую были установлены два устройства 66a, 66b. Устройства 66a и 66b могут являться электрическими устройствами, например датчиками и/или передатчиками, и могут использоваться для измерения характеристик потока текучей среды внутри трубопровода 60 для текучих сред. Трубопровод для текучих сред постоянного наружного диаметра, как показано на фиг. 16, может уменьшить концентрации напряжений внутри трубопровода для текучих сред, когда он находится под нагрузкой.

Вариант выполнения, показанный на фиг. 17, является секцией трубопровода 70 для текучих сред, подвергшейся изменению формы. Трубопровод 70 для текучих сред в основном подобен трубопроводам с фиг. 15 и 16. В этом варианте выполнения усиленный композиционный материал 78 наносится так, что наружный диаметр секции 74, подвергшейся полному изменению формы, по существу, подобен не подвергшимся изменению формы секциям 72a, 72b. Как и в случае с вариантами выполнения с фиг. 15 и 16, секция 74, подвергшаяся полному изменению формы, содержит два устройства 76a и 76b, которые могут быть прикреплены или скреплены с подвергшейся изменению формы секцией внутренней трубы 2. Секция трубопровода 70 для текучих сред, подвергшаяся изменению формы, содержит две переходные секции 73a, 73b уменьшенного диаметра. Уменьшенный диаметр переходных секций 73a, 73b может образоваться вследствие меньшего нанесения усиленного волокном композиционного материала 78 на эти области. Альтернативно усиленный волокном композиционный материал 78 может быть нанесен и затем выборочно удален (например, обработан) с внешней поверхности трубопровода 70 для текучих сред. Удаление усиленного волокном композиционного материала с внешней поверхности трубопровода 70 для текучих сред может создать геометрический элемент, к которому может быть прикреплен объект или устройство. Например, геометрический элемент по направлению к концу секции трубопровода для текучих сред может позволить прикрепление муфты 75. Муфта 75 может облегчать крепление композиционного трубопровода для текучих сред к внешнему устройству.

Альтернативный вариант выполнения способа формовки композиционного трубопровода для текучих сред изображен на фиг. 18-21. В этом варианте выполнения форма 82 выполнена так, что она может быть прижата к внутренней поверхности одного конца внутренней трубы 93. Форма содержит формующую поверхность 84, нагревательные элементы 86, датчик 83 температуры, контроллер 87 и линию 85 связи. Формующая поверхность 84 выполнена так, что, когда приложена к внутренней поверхности внутренней трубы 93, она изменяет форму конца внутренней трубы так, что он расширяется. Хотя в этом варианте выполнения форма показана изменяющей форму конца внутренней трубы 93 при ее прикладывании к внутренней поверхности, могут существовать альтернативные варианты выполнения, в которых форма прикладывается к внешней поверхности внутренней трубы 93.

Фиг. 19-21 изображают этапы способа, как первоначально описано на фиг. 18. В одном варианте выполнения изобретения внутренняя труба 93 предварительно нагревается внешним источником (не показан), который может являться, например, пламенем или нагретым воздухом. Внутренняя труба 93 нагревается контролируемо.

Внутренняя труба 93 нагревается посредством контакта или близкого сближения с формой 82. Форма 82 нагревается нагревательным элементом 86. Форма 82 нагревает внутреннюю трубу 93 до требуемой температуры. Температура в этом случае лежит между температурой стеклования и температурой плавления полимера, из которого она образована. Температура выбирается так, что материал внутренней трубы 93 размягчается и может быть легко формован. Эта температура в этом случае составляет около 300°C.

В альтернативном варианте выполнения изобретения внутренняя труба 93 нагревается до требуемой температуры перед приведением в соприкосновение с формой 82. Форма 82 может быть нагрета любым подходящим средством, например внешним источником тепла, таким как пламя или нагретый воздух, и/или она может содержать внутренний нагревательный механизм, такой как нагревательный элемент 86.

Формующая поверхность 84 имеет начальную точку контакта с внутренней поверхностью внутренней трубы 93 в точке 88. Давление прикладывается к одному концу внутренней трубы 93 в направлении стрелки, показанной на фиг. 20. Концевой участок внутренней трубы 93 начинает изменять форму, как определено формой формующей поверхности 84. В точке 88 контакт с внутренней трубой 93 увеличивается по площади по мере изменения формы концевой участка внутренней трубы 93. Контроллер (не показан) регулируемо прикладывает давление к внутренней трубе 93 так, что скорость изменения формы равномерна. Скорость изменения формы в этом случае составляет 3 мм/мин. Точная скорость может быть выбрана, чтобы позволить эффективное изменение формы секции внутренней трубы 93 без повреждения материала внутренней трубы 93. В этом варианте выполнения внутренняя труба 93 изменяет форму так, что концевой участок содержит расширяющуюся секцию 90. Фиг. 21 показывает, что по мере продолжения прикладывания давления к внутренней трубе 93 расширяющаяся секция 90 продолжает изменять форму и в точке 88 контакт продолжает увеличиваться по площади.

Форма 82 передает конкретную температуру внутренней трубе 93 в течение заданного периода времени без существенного изменения формы. Конкретная температура, переданная внутренней трубе 93

в течение заданного периода времени без существенного изменения формы, может являться температурой релаксационного перехода. Заданный период времени в этом случае составляет 30 мин. В этом варианте выполнения изобретения температура, переданная внутренней трубе 93, ниже температуры, передаваемой во время изменения формы. В этом случае температура релаксационного перехода составляет около 60°C. Эта температура может быть выбрана так, что она лежит ниже температуры стеклования материала внутренней трубы. Выдерживание внутренней трубы 93 при температуре и давлении релаксационного перехода в течение заданного периода времени позволяет в этом случае рассеять внутренние напряжения внутри материала внутренней трубы 93.

После прикладывания формы 82 к внутренней трубе 93 в течение заданного периода времени внутренняя труба 93 и форма 82 отделяются. Внутренняя труба 93 охлаждается. Внутренняя труба 93 может охлаждаться естественным образом или может использоваться принудительное охлаждение, например посредством вентилятора.

На фиг. 22 изображено нанесение усиленного волокном композиционного материала 92 на внутреннюю трубу 93 с расширяющейся секцией 90. Аналогично способу, показанному на фиг. 10, полоса композиционного материала 94 наносится на поверхность внутренней трубы 93. Источник 96 тепла используется, чтобы позволить скрепление композиционного материала с внутренней трубой по мере его нанесения. Во время нанесения полосы усиленного волокном композиционного материала 94 к поверхности прикладывается давление.

Фиг. 23 - сечение секции трубопровода 100 для текучих сред, который содержит расширяющуюся секцию 90 и устройство 98, которое было внедрено в усиленный волокном композиционный материал 92. Устройство может являться электрическим устройством, таким как датчик и/или передатчик, и может использоваться для измерения характеристик потока текучей среды, например. Расширяющаяся секция 90 трубопровода 100 для текучих сред может способствовать соединению трубопровода для текучих сред с внешним устройством. Способ такого соединения изображен на фиг. 24.

Фиг. 24 - вид в сечении узла 110 трубопровода для текучих сред и фланцев. Показана секция усиленного трубопровода 112 для текучих сред, которая заключена между двумя фланцами 114a, 114b, которые скреплены друг с другом соединительными тягами 116a, 116b. Расширяющийся конец 90 трубопровода 112 для текучих сред позволяет установку кольцевого уплотнения 118 между фланцами 114a, 114b и трубопроводом 112 для текучих сред. Кольцевое уплотнение 118 также содержит ребро 122. Соединительные тяги 116a, 116b способствуют прижатию фланца 114a, 114b к расширяющемуся концу 90 трубопровода 112 для текучих сред. Расширяющийся конец 90 и геометрия наклонной фланцевой поверхности 124 позволяют размещение кольцевого уплотнения 118 и ребра 122 между фланцем 114a, 114b и расширяющимся концом 90 трубопровода 112 для текучих сред и создает уплотнение между фланцем 114a, 114b и трубопроводом 112 для текучих сред. Удерживание трубопровода 112 для текучих сред в этой конфигурации может позволить легкую вставку секции между двумя внешними устройствами или другими секциями трубопровода для текучих сред. Применение этого может состоять в использовании секции из композиционного трубопровода для текучих сред с внедренным устройством (не показано) в качестве измерительного устройства. В конфигурации, показанной на фиг. 24, устройство может являться датчиком или передатчиком, способным измерять аспекты потока текучей среды.

Как изображено на фиг. 24, материал внутренней поверхности трубопровода для текучих сред такой же, как и материал внутренней трубы 102. Усиленный композиционный материал 120 присутствует только на внешней поверхности трубопровода 112 для текучих сред. Эта конфигурация может способствовать предотвращению утечки текучей среды через стенку трубопровода для текучих сред по каналам утечки, создаваемым посредством скрепления усиленного композиционного материала 120 с внутренней трубой 102.

Чтобы обеспечить дополнительную поддержку композиционному трубопроводу 112 для текучих сред, соединительные тяги 116a, 116b могут обеспечивать некоторое продольное предварительное прижатие к композиционному трубопроводу 112 для текучих сред. В применениях, где узел 110 трубопровода для текучих сред и фланцев может быть подвержен внешним силам, которые могут прикладывать продольные натяжные напряжения к трубопроводу 112 для текучих сред, продольное предварительное прижатие, прикладываемое соединительными тягами 116a, 116b, может действовать для защиты композиционного трубопровода для текучих сред от повреждения.

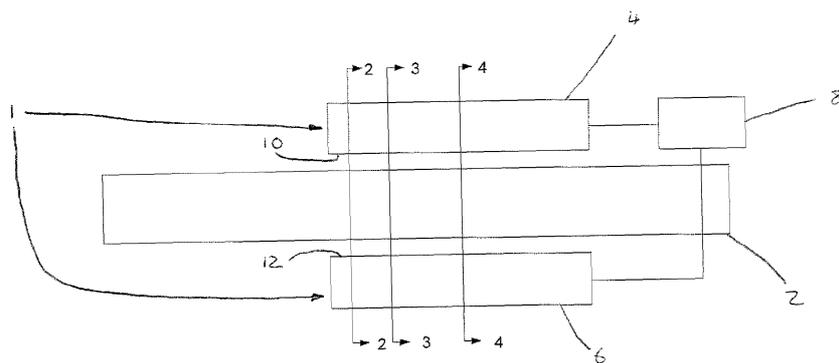
Средний специалист в данной области техники заметит, что различные модификации могут быть выполнены с вышеизложенными вариантами выполнения. Например, со ссылкой на описание с фиг. 5-8 этап предварительного нагрева внутренней трубы 2 до зацепления с внешним формующим устройством 1 может быть исключен. В таком способе внешнее формующее устройство 1 может передавать тепло внутренней трубе 2 до прикладывания давления к внутренней трубе 2. Альтернативно труба 2 может быть предварительно нагрета до зацепления с внешним формующим устройством 1, и затем внешнее формующее устройство 1 может приложить давление к внутренней трубе 2 без сообщения какого-либо тепла внутренней трубе 2. Дополнительно в вариантах выполнения, описанных выше, внутренняя труба обеспечивается в первой форме, и затем выполняется некоторое изменение формы для достижения требуемой формы. Однако в других вариантах выполнения внутренняя труба может быть изначально снаб-

жена требуемой формой так, что изменение формы не является необходимым.

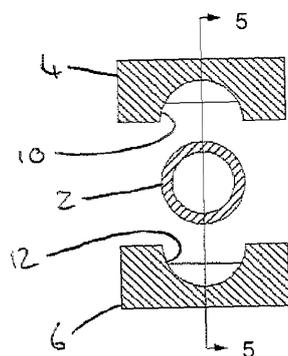
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ формовки композиционного трубопровода для текучей среды, содержащий этапы, на которых обеспечивают внутреннюю трубу, имеющую изменение сечения между ее по меньшей мере двумя различными продольными секциями; и наносят усиленный волокном композиционный материал на внутреннюю трубу, причем способ содержит этапы, на которых обеспечивают внутреннюю трубу первой формы и затем изменяют форму внутренней трубы для создания сечения трубы измененной формы, имеющей требуемую форму, перед нанесением какого-либо усиленного волокном композиционного материала, причем сечение трубы измененной формы обеспечивает изменение сечения между по меньшей мере двумя продольными секциями внутренней трубы и причем форма внутренней трубы изменяется за счет использования тепла, причем способ дополнительно содержит сплавление композиционного материала с внутренней трубой для создания, по существу, монолитной конструкции, проходящей, по существу, непрерывно между внутренней трубой и композиционным материалом.
2. Способ по п.1, содержащий нанесение усиленного волокном композиционного материала в виде полосы, которая включает в себя матричный материал и армирующие волокна, на внутреннюю трубу.
3. Способ по п.1 или 2, в котором изменение сечения между по меньшей мере двумя продольными секциями внутренней трубы включает в себя изменение площади поперечного сечения.
4. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором изменение сечения между по меньшей мере двумя продольными секциями внутренней трубы включает в себя изменение формы сечения.
5. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий формовку или изготовление внутренней трубы, имеющей изменение сечения между ее по меньшей мере двумя различными продольными секциями.
6. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий нагрев внутренней трубы до температуры между температурой стеклования и температурой плавления материала внутренней трубы.
7. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий нагрев внутренней трубы до первой заданной температуры и выдерживание внутренней трубы при этой первой заданной температуре в течение первого периода времени.
8. Способ по п.7, содержащий последующий нагрев или охлаждение внутренней трубы до второй заданной температуры и выдерживание внутренней трубы при этой второй заданной температуре в течение второго периода времени.
9. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий формовку или изменение формы внутренней трубы посредством прикладывания давления к поверхности внутренней трубы.
10. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий формовку или изменение формы внутренней трубы посредством как нагрева, так и прикладывания давления к поверхности внутренней трубы.
11. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий сохранение первоначальной геометрии по меньшей мере одной секции внутренней трубы.
12. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий обеспечение изменения формы сечения вдоль внутренней трубы, чтобы образовать крепежную поверхность, которая облегчает крепление устройства к внутренней трубе.
13. Способ по п.12, в котором внутренняя труба снабжена изменением сечения, чтобы содержать плоскую или по существу плоскую крепежную поверхность.
14. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий обеспечение изменения сечения вдоль внутренней трубы так, что расстояние между противоположными областями стенки внутренней трубы в продольном сечении уменьшается.
15. Способ по п.14, в котором уменьшение расстояния между противоположными областями стенки позволяет сигналу распространяться по более короткому пути передачи между противоположными областями стенки.
16. Способ по п.14 или 15, в котором противоположные области стенки вмещают соответствующие передающие и принимающие устройства для передачи и приема сигнала.
17. Способ по любому из пп.1-15, содержащий нанесение усиленного волокном композиционного материала на внутреннюю трубу и затем изменение формы, по меньшей мере, участка внутренней трубы.
18. Способ по любому из предшествующих пунктов, в котором усиленный волокном композиционный материал содержит, по меньшей мере, матричный материал и одно или более армирующих волокон, внедренных внутрь матричного материала.
19. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий использование материала внутренней трубы, такого же, как матричный материал усиленного волокном композиционного материала.
20. Способ по любому из предшествующих пунктов, содержащий установку устройства на компо-

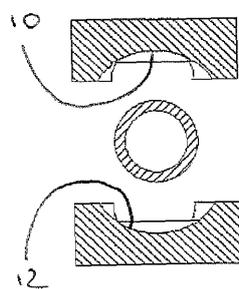
зиционный трубопровод для текучей среды.



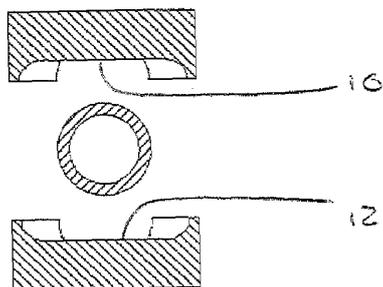
Фиг. 1



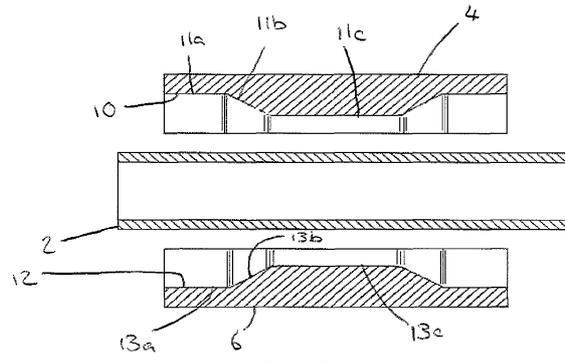
Фиг. 2



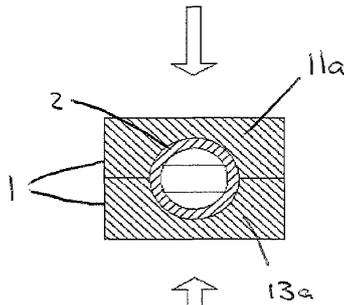
Фиг. 3



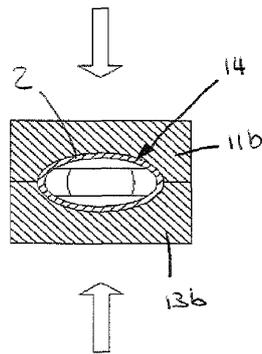
Фиг. 4



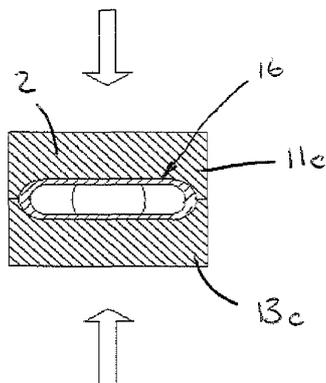
Фиг. 5



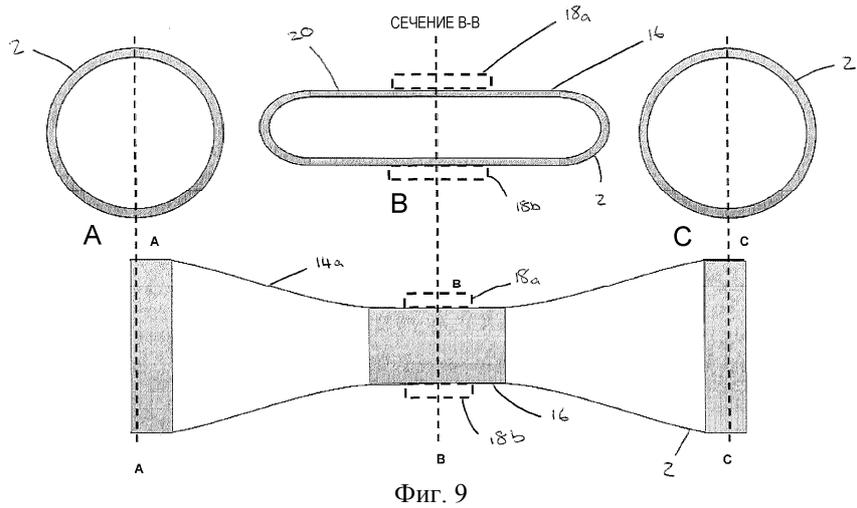
Фиг. 6



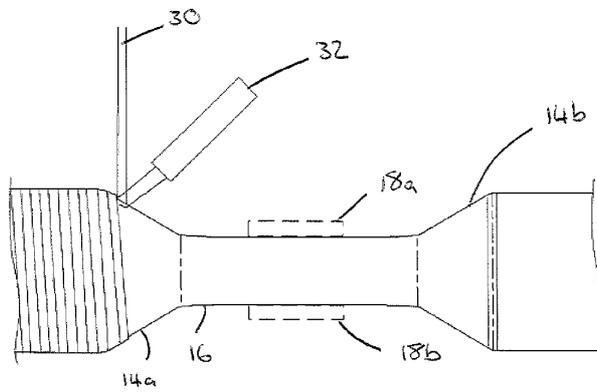
Фиг. 7



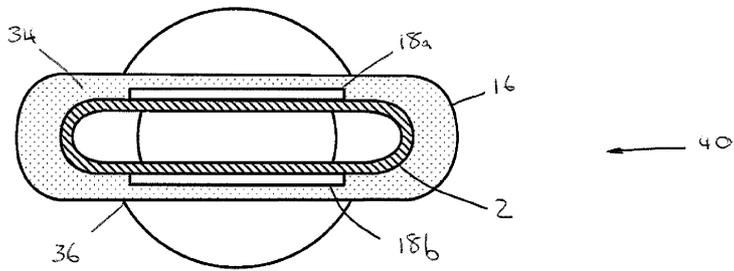
Фиг. 8



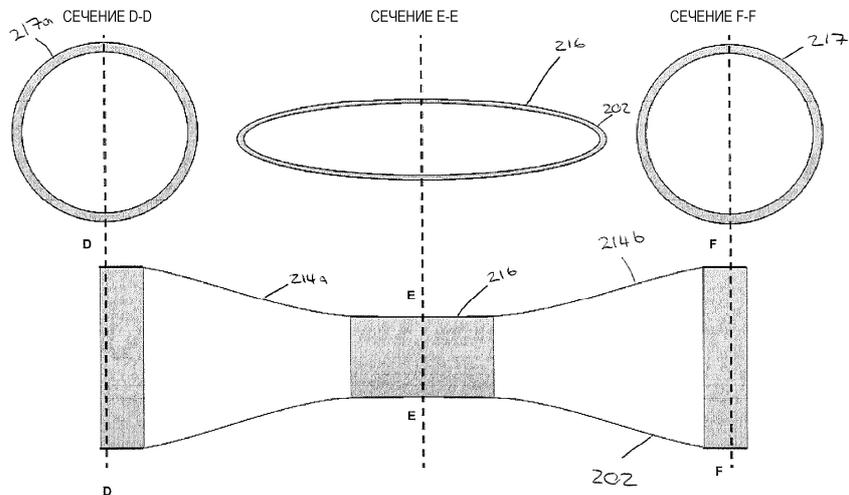
Фиг. 9



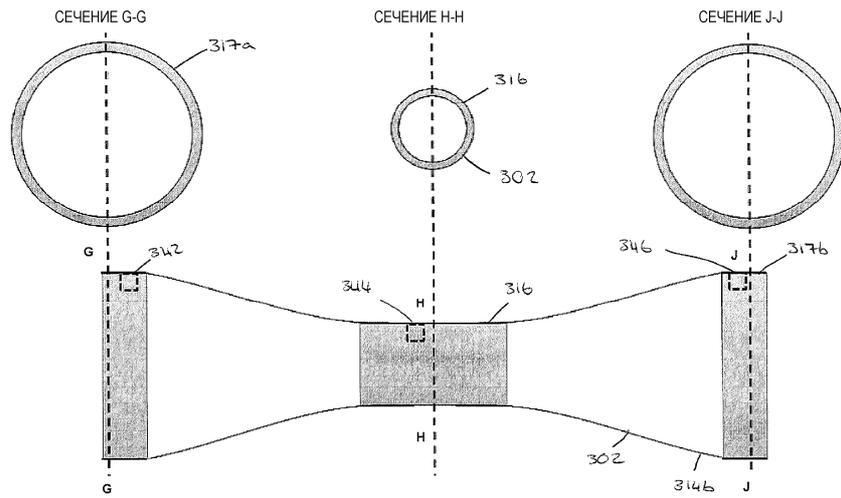
Фиг. 10



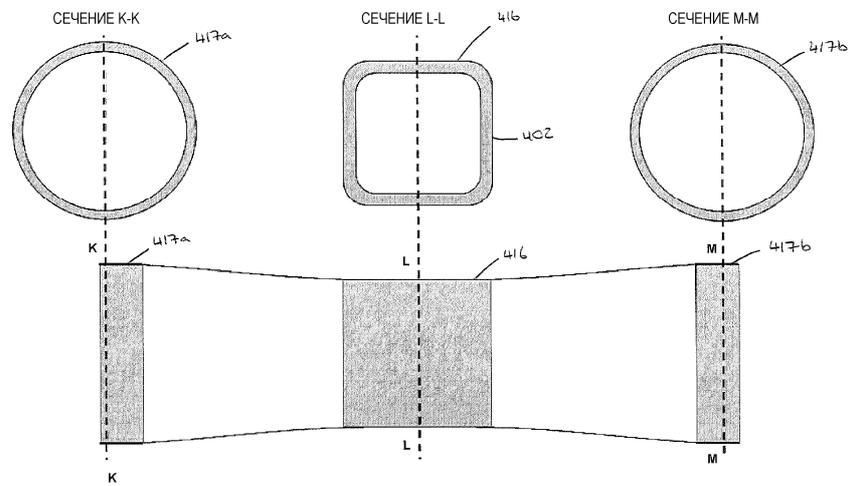
Фиг. 11



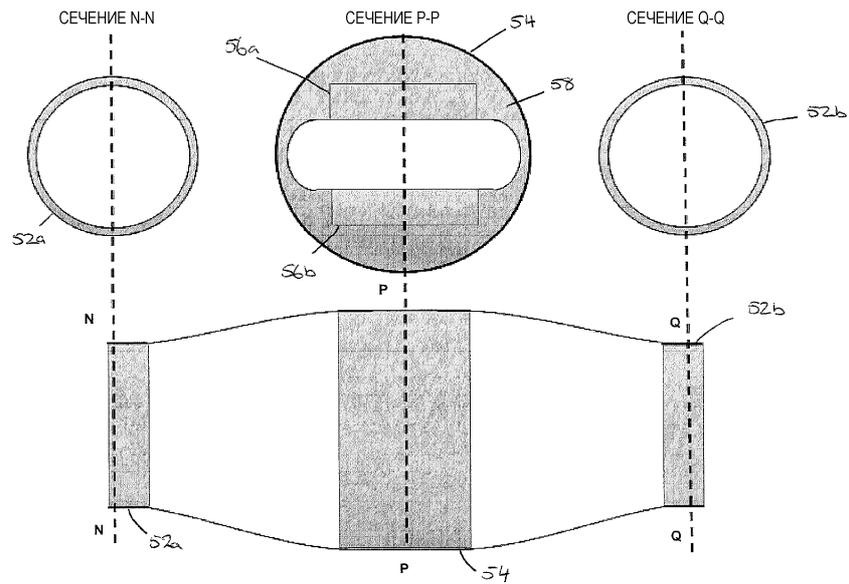
Фиг. 12



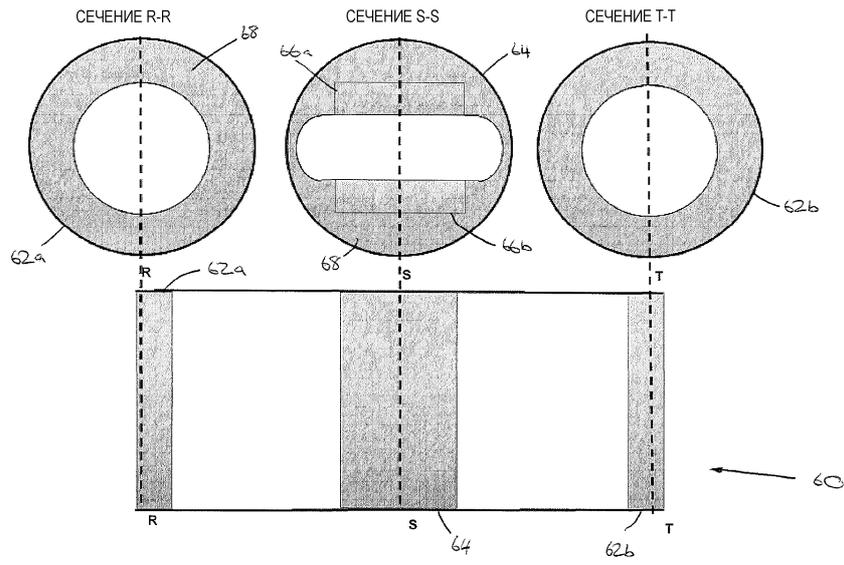
Фиг. 13



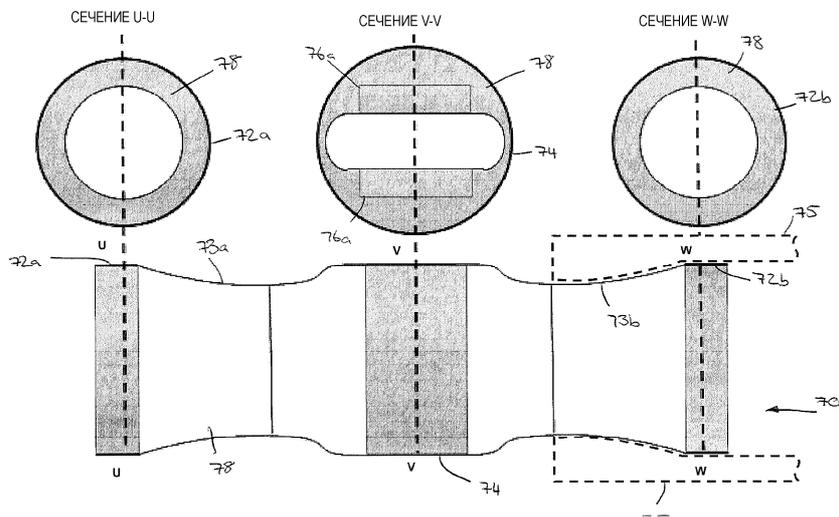
Фиг. 14



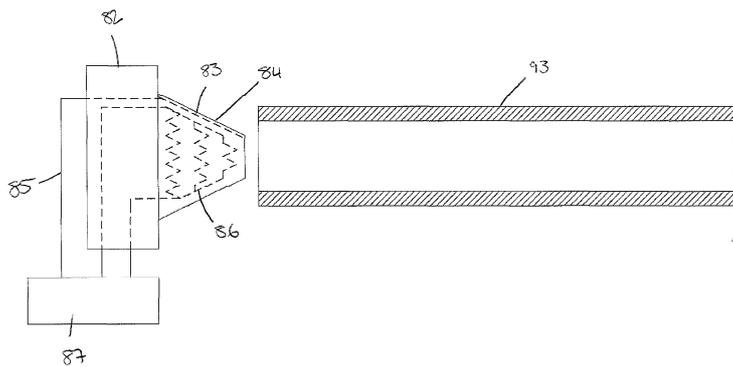
Фиг. 15



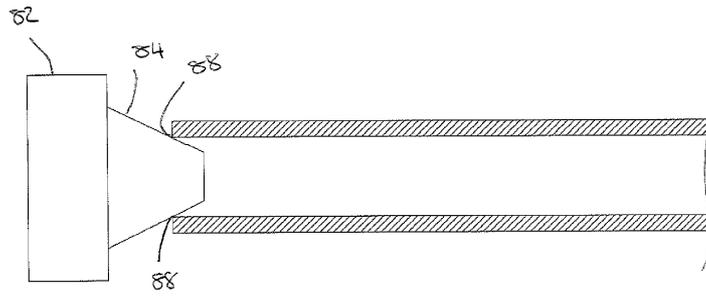
Фиг. 16



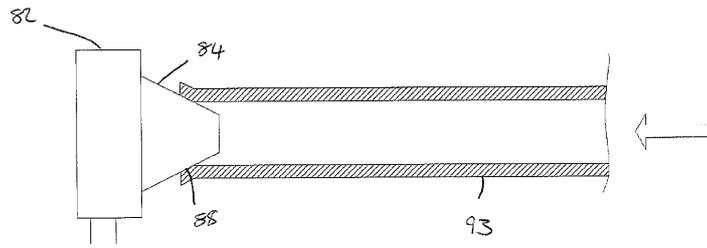
Фиг. 17



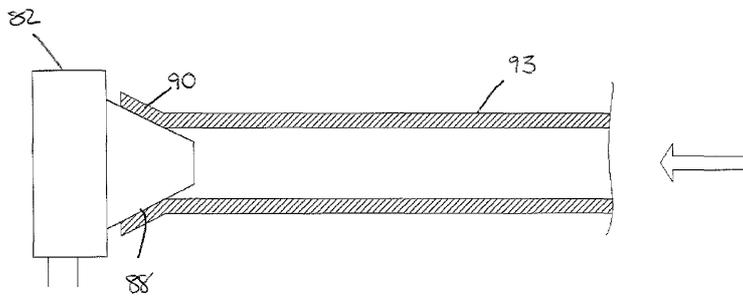
Фиг. 18



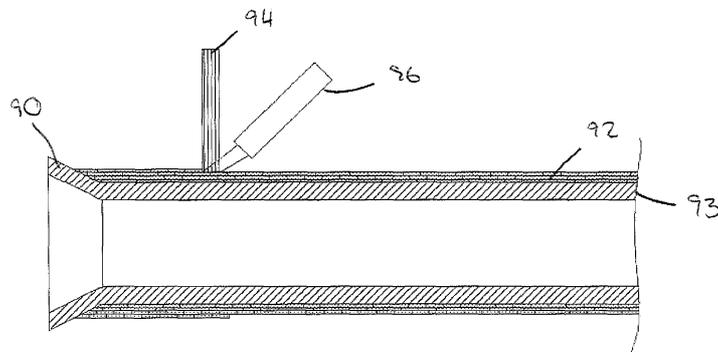
Фиг. 19



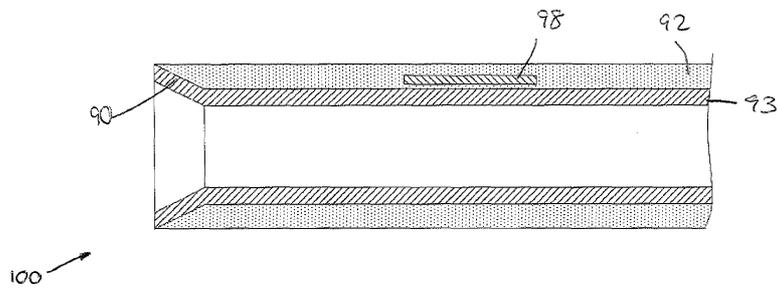
Фиг. 20



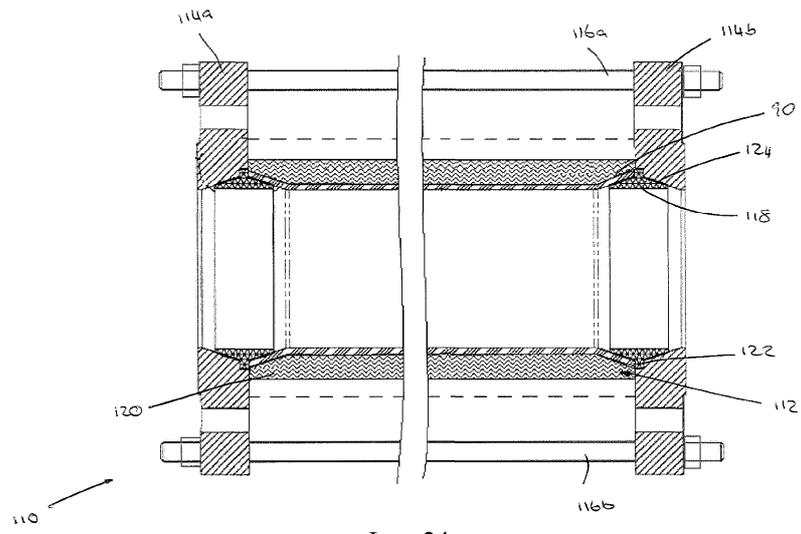
Фиг. 21



Фиг. 22



Фиг. 23



Фиг. 24

