

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041165**

(13) **B1**

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

- | | | |
|---------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| (45) Дата публикации и выдачи патента | (51) Int. Cl. | <i>F04B 39/00</i> (2006.01) |
| 2022.09.21 | | <i>F04B 11/00</i> (2006.01) |
| (21) Номер заявки | | <i>F04B 53/00</i> (2006.01) |
| 202100010 | | <i>F15B 1/08</i> (2006.01) |
| (22) Дата подачи заявки | | <i>F15B 1/10</i> (2006.01) |
| 2019.06.21 | | <i>F15B 1/16</i> (2006.01) |
| | | <i>F16L 55/04</i> (2006.01) |

(54) **ФИКСИРУЮЩАЯ ГИЛЬЗА ДЛЯ ПАТРОНА С ВЫСОКИМ ПРЕДЗАРЯДОМ**

- | | |
|--|-------------------|
| (31) 62/689,518 | (56) US-A-4497388 |
| (32) 2018.06.25 | US-A1-20150096639 |
| (33) US | US-A1-20120145495 |
| (43) 2021.05.31 | US-A-5860452 |
| (86) PCT/US2019/038554 | US-A-4979441 |
| (87) WO 2020/005771 2020.01.02 | |
| (71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ПЕРФОРМАНС ПУЛСАЦИОН
КОНТРОЛ, ИНК (US) | |
| (72) Изобретатель:
Роджерс Джон Томас (US) | |
| (74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU) | |

-
- (57) Предусматривается заряженный газом патрон (300A, 300B, 300C, 300D, 400) для использования с цилиндром (302, 402), которые образуют устройство контроля пульсаций (225, 235). Цилиндр принимает жидкость для устройства контроля пульсаций. В состав заряженного газом патрона могут входить головка (324, 424), заглушка (326, 426), эластомерный композит (320, 420) и перфорированная фиксирующая гильза (330, 430). Головка расположена на первом конце заряженного газом патрона. Заглушка расположена на втором конце заряженного газом патрона. Эластомерный композит соединяет головку с заглушкой. Перфорированная фиксирующая гильза крепится к заглушке, охватывая собой эластомерный композит.

041165
B1

041165
B1

Область техники

Описываемое изобретение относится в целом к работе систем перекачки жидкости поршневым насосом. В частности, это изобретение относится к демпферу пульсаций с гильзой фиксации патрона.

Предпосылки к созданию изобретения

Контроль пульсаций в системах перекачки жидкости поршневым насосом постоянно нуждается в усовершенствовании. Среди желательных улучшений - уменьшение значений амплитуды пульсаций на насосах и линиях от насосов до систем, расположенных вниз по потоку, а также повышение гибкости в интеграции демпферов пульсаций с другими элементами общей насосной системы.

Краткое изложение сущности изобретения

Настоящее изобретение предусматривает фиксирующую гильзу для патрона с высоким предзарядом для выходного демпфера пульсаций.

В одном из вариантов осуществления предусматривается заряженный газом патрон для использования с цилиндром, которые образуют демпфер пульсаций. В состав заряженного газом патрона могут входить головка, заглушка, эластомерный композит и перфорированная фиксирующая гильза. Головка расположена на первом конце заряженного газом патрона. Заглушка расположена на втором конце заряженного газом патрона. Эластомерный композит соединяет головку с заглушкой. Перфорированная фиксирующая гильза крепится к заглушке, охватывая собой эластомерный композит. В одном из вариантов осуществления предусматривается демпфер пульсаций. В состав демпфера пульсаций входят заряженный газом патрон и цилиндр. Цилиндр принимает жидкость из демпфера пульсаций. В состав заряженного газом цилиндра могут входить головка, заглушка, эластомерный композит и перфорированная фиксирующая гильза. Головка расположена на первом конце заряженного газом патрона. Заглушка расположена на втором конце заряженного газом патрона. Эластомерный композит соединяет головку с заглушкой. Перфорированная фиксирующая гильза крепится к заглушке, охватывая собой эластомерный композит.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может также быть предусмотрена перфорированная фиксирующая гильза, соединенная с головкой.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может быть предусмотрено, что перфорированная фиксирующая гильза выступает на часть длины эластомерного композита, а в состав заряженного газом патрона также входит прижимная гильза, выполненная с возможностью крепления к эластомерному композиту.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может предусматриваться, что в состав заряженного газом патрона также входит прижимная гильза, выполненная с возможностью крепления эластомерного композита к заглушке; кроме того, может быть предусмотрена упорная пластина, связанная с основанием заглушки, причем к упорной пластине крепится перфорированная фиксирующая гильза.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может быть предусмотрено, что заглушка содержит участок манжеты и участок основания, проходящий от участка манжеты.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может быть предусмотрено, что в состав заряженного газом патрона также входит прижимная гильза, выполненная с возможностью крепления эластомерного композита к участку манжеты заглушки, причем перфорированная фиксирующая гильза связана с участком основания заглушки.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может быть предусмотрено, что внутренняя окружность перфорированной фиксирующей гильзы связана с наружной окружностью участка основания заглушки.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может быть предусмотрено, что основание перфорированной фиксирующей гильзы связано с наружной окружностью участка основания заглушки.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может быть предусмотрено, что в состав заряженного газом патрона также входит прижимная гильза, выполненная с возможностью крепления перфорированной фиксирующей гильзы к эластомерному композиту и крепления к участку манжеты заглушки.

В любом из вышеперечисленных вариантов осуществления может быть предусмотрено, что прижимная гильза выполнена формовкой под наружный диаметр эластомерного композита.

Специалисту в соответствующей области могут быть также понятны другие технические особенности, раскрываемые в приведенных ниже рисунках, описаниях и формуле изобретения.

Прежде чем представить подробное описание, приведенное ниже, целесообразно установить определения некоторых слов и выражений, используемых во всем тексте настоящего патентного документа. Понятие "связывать" и его производные относятся к любой прямой или косвенной связи между двумя или более элементами, независимо от того, находятся ли эти элементы в состоянии физического контакта друг с другом. Понятия "включать" и "содержать", а также их производные означают включение без каких-либо ограничений. Понятие "или" является инклюзивным, т.е. означает "и/или". Выражение "относящийся к..." а также его производные, означают один из элементов включает другой, включен в состав другого, взаимосвязан с ним, содержит его, содержится внутри него, соединен, связан или сообщается с

ним, взаимодействует с ним, разделяет его, прилегает к нему, находится поблизости, прикреплен к нему, имеет его свойство, отношение к нему и т.п. Выражение "по меньшей мере один из...", при использовании применительно к перечню элементов, означает, что могут использоваться различные сочетания одного или нескольких значащихся в перечне элементов, а также то, что может потребоваться всего один элемент этого перечня. Например, выражение "по меньшей мере одно из нижеперечисленных: А, В, и С" включает любую из следующих комбинаций: А, В, С, А и В, А и С, В и С, а также А и В и С. Понятия "демпфер" и "стабилизатор" могут использоваться как взаимозаменяемые.

Определения некоторых других слов и выражений представлены в тексте настоящего патентного документа. Специалистам в соответствующей области должно быть понятно, что во многих случаях (если не в большинстве случаев) такие определения относятся к случаям применения таких определенных слов и выражений в прошлом и в будущем.

Краткое описание чертежей

Для более полного понимания описываемого изобретения и его преимуществ, далее приведенное ниже описание дается со ссылкой на сопровождающие его чертежи, на которых одни и те же численные обозначения соответствуют одним и тем же деталям.

На фиг. 1 показана в поперечном сечении и несколько схематично система поршневого насоса, используемая в рамках системы демпфера пульсаций с несколькими проточными каналами по одному из вариантов осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 2 показан пример расположения входного стабилизатора пульсаций и выходного демпфера пульсаций относительно насоса по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3А показан внешний вид демпфера пульсаций по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3В показан внешний вид патрона демпфера пульсаций по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3С показан внешний вид патрона демпфера пульсаций с перфорированной фиксирующей гильзой по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 3D показан внешний вид патрона демпфера пульсаций с перфорированной фиксирующей гильзой и наружной прижимной гильзой по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 4 показан вид в разрезе демпфера пульсаций по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 5 показано изображение в разобранном виде демпфера пульсаций по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 6 показано парциальное сечение системы подачи жидкости и гашения пульсаций по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 7 показано поперечное сечение верхнего участка патрона стабилизатора пульсаций с перфорированной фиксирующей гильзой по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

На фиг. 8А-С показаны поперечные сечения нижнего участка патрона стабилизатора пульсаций с перфорированной фиксирующей гильзой по различным вариантам осуществления настоящего изобретения.

Подробное описание

Фиг. 1-8G, рассматриваемые ниже, а также различные варианты осуществления, используемые для описания принципов настоящего изобретения в данном патентном документе, приведены исключительно для иллюстрации и не могут быть истолкованы как ограничивающие каким бы то ни было образом объем изобретения. Специалистам в соответствующей области должно быть понятно, что принципы настоящего изобретения могут быть реализованы в любом демпфере с трубным коллектором подходящей конфигурации, который может использоваться для управления или частичного управления амплитудами пульсаций.

Возвратно-поступательные системы, такие как системы с поршневым насосом, и другое аналогичное оборудование работают в циклических гидравлических системах многих типов. Например, системы с поршневыми шламовыми насосами используются для циркуляции шламового раствора или буровой жидкости на буровой установке. Пики давления, а также величина пульсаций давления в перекачиваемой жидкости ускоряют износ насоса, расходных деталей на жидкостной стороне насоса и оборудования вниз по потоку от насоса, такого как измерительное оборудование, используемое для определения параметров бурения. Неспособность контролировать такие пики давления и величину пульсации неизбежно влияет на эксплуатационные характеристики и срок службы насоса, насосной жидкости, расходных деталей на жидкостной стороне насоса, а также всех компонентов, находящихся как выше, так и ниже насоса по потоку. Пики давления и величина пульсаций давления также могут мешать обнаружению сигнала прибора, поэтому неспособность контролировать пики давления и величину пульсаций давления может также повлиять на обнаружение сигнала и/или качество обнаружения сигнала, например, при измерениях во время буровых работ.

Пульсации - это внезапное изменение давления в замкнутой системе, когда скорости жидкости увеличиваются и уменьшаются в системе трубопроводов с постоянным трением, что приводит к изменению давления, а также ускорению или замедлению жидкости в результате открытия и закрытия клапанов.

Поскольку жидкость сжимается с трудом, любая сила, приложенная к жидкости насосом, может быть передана. Насос производит переменную энергию в жидкости от своего возвратно-поступательного перемещения, а также открытия и закрытия своих клапанов. Изменения могут стать экстремальными и привести к повреждению компонентов, расположенных выше или ниже по потоку, в зависимости от местоположения высоких значительных отклонений. Это также может привести к повреждению, такому как кавитация, внутри цилиндра на жидкостной стороне насоса. Кроме того, когда насос не имеет надлежащего потока на входе, колебания давления могут увеличиться. Например, если насос не имеет надлежащего потока на входе, то при перемещении поршня насоса из отведенного положения в переднее поршень может воздействовать на жидкость, создавая изменение давления в жидкости. Оборудование для пульсаций обычно размещают непосредственно перед поршневым насосом, после него, или и перед поршневым насосом, и после него, часто с относительным размером и конфигурацией, пропорциональными объему желаемого смещения жидкости за ход насоса и максимальной выделенной величине пиков давления и величине пульсаций давления, которые могут быть испытаны насосной системой во время каждой пульсации. Оборудование для пульсаций помогает снизить нагрузку на насос и минимизировать амплитуды пульсаций для насоса, расходных частей жидкостного конца насоса, а также для оборудования, расположенного выше или ниже насоса по потоку. В результате оборудование для пульсаций улучшает относительные эксплуатационные характеристики и срок службы насоса, расходных частей жидкостного конца насоса и любого оборудования, расположенного выше или ниже насоса по потоку. Были разработаны различные системы гашения пульсаций, в том числе газовые демпферы. Распространенными типами демпферов пульсаций являются гидропневматический демпфер или заряженный газом сосуд высокого давления (содержащий сжатый воздух или азот и мембрану или сильфон, отделяющую технологическую жидкость от заправленного в сосуд газа). Чаще всего цилиндрические или примерно сферические демпферы пульсаций, заряженные газом, могут быть либо проточными, либо придаточными устройствами. Для оптимизации эффекта гашения пульсаций часто предпочтительно, чтобы демпфер пульсаций устанавливался как можно ближе к выпуску насоса. Однако в таких местах наличие демпфера пульсаций может помешать установке других компонентов системы, таких как фильтр или крестовина. Кроме того, конструкция демпфера пульсаций, заряженного газом, обычно требует, чтобы давление предварительного заряда газа в патроне или цилиндре было на необходимую величину ниже нормального давления в системе, и чтобы демпфер пульсаций был надлежащим образом рассчитан на подходящий объем газа для условий работы системы, чтобы соответствовать требуемому уровню пульсаций. Недостаточно крупный демпфер не может в необходимой степени компенсировать колебания давления и расхода, в то время как чрезмерно крупный демпфер будет действовать как аккумулятор, накапливая слишком много жидкости и вызывая медленную стабилизацию и замедленную реакцию на изменения системы.

Независимо от типа демпфера, производительность демпфера снижается, когда давление бурового раствора из насоса оказывается вне диапазона давлений, для которого предназначен демпфер. Например, даже когда в буровой системе установлен демпфер пульсаций, пульсации могут наблюдаться дальше вниз по потоку от насосов, по мере того как давление жидкости в трубопроводе увеличивается до давления, подходящего для буровых работ. Такие пульсации вниз по потоку могут привести к повреждению различных расположенных вниз по потоку компонентов (как оборудования, так и датчиков), увеличить слышимый шум, увеличить помехи в показаниях датчиков, связанных с буровыми работами, и снизить производительность буровых работ, когда давление системы находится вне диапазона давления, для которого предназначен демпфер пульсаций.

На фиг. 1 несколько схематично показано упрощенное поперечное сечение поршневой насосной системы 100, используемой в системе демпфера пульсаций с несколькими проточными каналами в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. Как правило, поршневая насосная система 100 включает в себя устройство для контроля пульсаций на входе или выходе насоса, в состав которого входит заряженный газом демпфер пульсаций или демпфер реактивных пульсаций в соответствии с одним из вариантов осуществления настоящего изобретения. В системе 100 поршневого насоса может использоваться поршневой насос хорошо известного и коммерчески доступного типа. Насос в системе 100 поршневого насоса выполнен с возможностью возвратно-поступательного перемещения одного или нескольких поршней или плунжеров 101 (на фиг. 1 показан только один). Каждый поршень или плунжер 101 в предпочтительном случае соединен подходящим вращающимся коленчатым валом (не показан), установленным в подходящем корпусе 102 "приводной части". Корпус 102 приводной части соединен с конструкцией 103 жидкостной стороны, выполненной с возможностью иметь отдельную насосную камеру 104 для каждого поршня или плунжера 101. Насосная камера 104 подвергается воздействию соответствующего ей поршня или плунжера 101. Одна из таких насосных камер 104 показана на фиг. 1. В частности, на фиг. 1 показано в упрощенном виде поперечное сечение типичной насосной камеры 104. Конструкция 103 жидкостной стороны включает в себя корпус 105. Насосная камера 104 получает жидкость из впускного коллектора 106 через обычный тарельчатый впускной или входной клапан 107 (показан только один). Поршень или плунжер 101, выступающий одним концом в насосную камеру 104, соединяется с подходящим механизмом траверсы, включающим удлинительный элемент 108 траверсы. Удлинительный элемент 108 траверсы функционально соединен с коленчатым валом или эксцен-

триком (не показан) известным способом. Поршень или плунжер 101 также выступает через обычный вкладыш или через обычное уплотнение 109, соответственно. Каждый поршень или плунжер 101 предпочтительно выполнен с насосной камерой 104. Кроме того, каждый поршень или плунжер 101 функционально соединен с впускным коллектором 106 и выходным трубным коллектором 110 через подходящий входной клапан 107 или выходной клапан 111, как показано на рисунке. Впускной коллектор 106 может, в частности, представлять собой входной трубный коллектор, который обычно принимает жидкость из входного стабилизатора (не показан на фиг. 1) или входного трубопровода со входным стабилизатором. Выходной трубопроводный коллектор 110 обычно осуществляет выпуск в выходной демпфер (не показан на фиг. 1). Клапаны 107 и 111 имеют обычную конструкцию и как правило подпружинены до их соответствующих закрытых положений. Клапаны 107 и 111 также могут включать в себя или быть связаны со съемными седловыми элементами 112 и 113 клапанов соответственно. Каждый из клапанов 107 и 111 предпочтительно может иметь уплотнительный элемент (не показан), выполненный на нем для обеспечения герметизации жидкости, когда клапаны находятся в их соответствующих закрытых положениях (и положениях с фиксацией в седле). Специалистам в соответствующей области понятно, что методы настоящего изобретения могут быть использованы с широким спектром одно- и многоцилиндровых поршневых или плунжерных силовых насосов возвратно-поступательного типа, а также, возможно, с другими типами насосов объемного действия. Например, количество цилиндров таких насосов может различаться в широких пределах - от одного цилиндра до практически любого количества цилиндров или отдельных насосных камер. Специалистам в соответствующей области также понятно, что в данном документе отсутствуют полное изображение или описание конструкции и принципа действия подходящей насосной системы. Вместо этого для простоты и ясности изображена и описана только та часть насосной системы, которая является уникальной особенностью настоящего изобретения или необходима для понимания настоящего изобретения.

Обычные насосные системы, такие как поршневая насосная система 100, показанная на фиг. 1, обычно включают в себя устройства пульсаций, такие как выходной демпфер, входной демпфер или и то, и другое. На фиг. 2 показан пример расположения входного стабилизатора пульсаций и выходного демпфера пульсаций относительно насоса по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. В частности, на фиг. 2 показана система 200 подачи жидкости и гашения пульсаций по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 2 показан пример расположения входного стабилизатора 225 пульсаций и выходного демпфера 235 пульсаций относительно насоса 210. Насос 210 аналогичен поршневой насосной системе 100 с фиг. 1.

Жидкость поступает в насос 210 на впуске 220 и выходит из насоса на выходе 230. Вход 220 называется всасывающим концом насоса 210, так как жидкость всасывается в насос, а выпускается через выход 230 расположенным ниже по потоку компонентам и оборудованию. Входной стабилизатор 225 пульсацией стабилизирует и гасит пульсации жидкости, когда последняя поступает в насос 210, а выходной демпфер 235 пульсаций стабилизирует и гасит пульсации жидкости, когда последняя выходит из насоса 210. Входной стабилизатор 225 пульсаций гасит пульсации жидкости перед поступлением в насос 210 для обеспечения устойчивого потока жидкости в насос 210. Входной стабилизатор 225 пульсаций также снижает уровень пульсации в коллекторе и внутри насоса. Выходной демпфер 235 пульсаций гасит пульсации жидкости внутри насоса и коллектора насоса, а также на выходе из насоса с тем, чтобы обеспечить уменьшение пульсаций и колебаний потока в направлении расположенных ниже по потоку оборудования и компонентов. В некоторых вариантах осуществления входной стабилизатор 225 пульсаций или выходной демпфер 235 пульсаций исключаются из системы 200 гашения пульсаций.

Размеры стабилизаторов 225 и 235 пульсаций зависят от производительности насоса 210, типа жидкости, температуры жидкости, рабочего давления системы, диаметра плунжера или поршня насоса 210, длине хода насоса 210 и т.п. Стабилизаторы 225 и 235 пульсаций могут быть разного размера.

На фиг. 3А показан внешний вид заряженного газом стабилизатора пульсаций по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 3А показан заряженный газом стабилизатор 300А пульсаций. Стабилизатор 300А пульсаций аналогичен стабилизаторам 225 и 235 пульсаций фиг. 2. Стабилизатор 300А пульсаций действует как поглотитель энергии пульсаций давления в жидкости. Как показано в отношении фиг. 3В, 3С, 3D и 4, стабилизатор 300А пульсаций включает заряженный газом патрон из эластомерного композита. Когда заряженный газом патрон испытывает изменение давления, газ внутри патрона сжимается или расширяется и поглощает изменения давления жидкости.

Стабилизатор 300А пульсаций включает цилиндр 302, верхнее кольцо 304, концентрический редуктор 306, фланцевое соединение 308 и спускной клапан 310. Цилиндр 302 имеет высоту и ширину, рассчитанные на то, чтобы вместить заряженный газом патрон, и зависят от условий работы закрытой насосной системы. Верхнее кольцо 304 является соединением для заряженного газом патрона. Фланцевое соединение 308 представляет собой соединение между стабилизатором 300А пульсаций и трубой, содержащей жидкость, пульсации которой необходимо гасить. В некоторых вариантах осуществления фланцевое соединение 308 имеет резьбу. Спускной клапан 310 обеспечивает временное открытие в закрытой системе, позволяя воздуху или другим веществам выйти из системы за счет перепада давления.

На фиг. 3В показан внешний вид патрона стабилизатора 300В пульсаций по различным вариантам

осуществления настоящего изобретения. На фиг. 3В показан патрон 300В. Патрон 300В выполняет гашение колебаний давления жидкости. Патрон 300В включает в себя эластомерный композит 320, внутренний объем 322 эластомерного композита 320, головку 324, заглушку 326 и обжимные гильзы 328А и 328В. В некоторых вариантах осуществления головка 324 и заглушка 326 являются металлическими. В некоторых вариантах осуществления головка 324 и заглушка 326 соединены с эластомерным композитом 320. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 320 формируется вплотную к головке 324 и заглушке 326. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 320 содержит шнуры для усиления эластомерного композита 320 и защиты как от высоких внутренних давлений, так и от высоких внешних давлений. Патрон 300В помещается в стабилизатор 300А, как показано на фиг. 4 и 5 ниже.

В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 320 сцепляется с головкой 324 и заглушкой 326 после отверждения. После этого эластомерный композит 320, головка 324 и заглушка 326 извлекаются из формы, и первая гильза 328А надевается и крепится обжатием к эластомерному композиту 320 в непосредственной близости от головки 324, а вторая гильза 328В надевается и крепится обжатием к эластомерному композиту 320 в непосредственной близости от заглушки 326. Обжатие гильз 328А и 328В создает радиально направленные внутрь места концентрации давления, которые создают дополнительные усилия давления, способствующие креплению эластомерного композита 320 к головке 324 и заглушке 326 соответственно. В некоторых вариантах осуществления обжимные гильзы 328А и 328В крепятся непосредственно к трубке эластомерного композита 320, как показано на фиг. 3С, 7, 8А, 8В и 8С. В некоторых вариантах осуществления обжимные гильзы крепятся поверх перфорированной фиксирующей гильзы, как показано на фиг. 3D, 8С и 8D. Обжимные гильзы также могут быть сформованы вплотную к эластомерному композиту по всей длине или частично у головки или заглушки.

Стабилизатор 300А пульсаций открыт в нижней части фланцевого соединения 308, что позволяет жидкости из трубопроводной системы входить и выходить из стабилизатора 300А пульсаций. Колебания давления внутри жидкости также сообщаются стабилизатору пульсаций 300А и гасятся патроном 300В. Головка 324 патрона 300В крепится к верхнему кольцу 304 стабилизатора 300А пульсаций. Поэтому головка 324 неподвижна и не может перемещаться во время работы закрытой насосной системы. Заглушка 326 крепится к головке 324 посредством сцепления эластомерного композита 320 с головкой 324 и заглушкой 326. Крепление головки 324 к эластомерному композиту 320 посредством сцепления усиливается обжимной гильзой 328А, которая прикладывает усилия давления к эластомерному композиту 320 и головке 324. Аналогичным образом, крепление заглушки 326 к эластомерному композиту 320 посредством сцепления дополнительно усиливается обжимной гильзой 328В. Эластомерный композит 320 заполнен газом. Внутреннее давление газа внутри эластомерного композита 320 является давлением предварительного заряда. В некоторых вариантах осуществления в качестве газа используется азот. Эластомерный композит 320 герметично закрыт головкой 324 и заглушкой 326 с созданием герметичного цилиндра. Уплотнение усиливается за счет обжимных лент. В некоторых вариантах осуществления, когда эластомерный композит 320 заполнен газом, что также именуется предварительным зарядом, внутреннее давление предварительного заряда может варьироваться от 100 фунтов на квадратный дюйм до 500 фунтов на квадратный дюйм. Патрон 300В выбирается в соответствии с рабочим выходным давлением насоса. Например, если давление жидкости в трубопроводе составляет 2500 фунтов на квадратный дюйм, то патрон 300В в стабилизаторе пульсаций 300А может быть предварительно заряжен до сопоставимого давления, такого как 500 фунтов на квадратный дюйм, чтобы уменьшить как высокочастотные, так и низкочастотные пульсации давления. Чем меньше разница между давлением жидкости в трубопроводе и внутренним давлением патрона 300В, тем эффективнее патрон 300В при гашении колебаний давления. И наоборот, чем больше разница между давлением жидкости в трубопроводе и внутренним давлением патрона 300В, тем менее эффективен патрон 300В для гашения колебаний. Наконец, когда внутреннее давление патрона 300В больше, чем давление жидкости в трубопроводе, достигается минимальное гашение пульсаций давления.

Когда эластомерный композит 320 испытывает изменение давления, газ внутри патрона сжимается или расширяется, эффективно уменьшая колебания давления жидкости. При расширении и сжатии газа окружность эластомерного композита 320 может увеличиваться и уменьшаться, тем самым заставляя заглушку 326 перемещаться вверх и вниз по длине цилиндра 302 стабилизатора 300А пульсаций.

Эластомерный композит 320 находится под большими кольцевым напряжением и нагрузками осевого напряжения из-за частого расширения и сжатия, вызываемых колебаниями давления в жидкости. Кольцевое напряжение - это напряжение, которое является тангенциальным относительно эластомерного композита 320. Кольцевое напряжение - это сила, действующая по окружности, перпендикулярно как оси, так и радиусу объекта, в обоих направлениях на каждую частицу в стенке цилиндра эластомерного композита 320. Например, любая сила, приложенная к цилиндрическим стенкам эластомерного композита 320 внутренним давлением газа, а также внешним давлением жидкости, создает кольцевое напряжение. Осевое напряжение - это напряжение, параллельное оси цилиндра. Осевое напряжение также находится в том месте, где эластомерный композит 320 сцепляется с головкой 324 и заглушкой 326. Любая сила, приложенная к головке 324 или заглушке 326 за счет статического давления, вызывает осевое напряжение на эластомерном композите 320.

Патрон 300В часто выходит из строя через определенный промежуток времени из-за частого расширения и сжатия, вызываемых колебаниями давления в жидкости, а также кольцевым напряжением и нагрузками осевых напряжений, испытываемыми эластомерным композитом 320, головкой 324 и заглушкой 326. В частности, эластомерный композит 320 может лопнуть из-за кольцевого напряжения. В другом примере между эластомерным композитом 320 и заглушкой 326 может образоваться утечка. Когда заглушка 326 перемещается вверх и вниз, а эластомерный композит 320 расширяется и сжимается из-за колебаний давления, сцепление между заглушкой 326 и эластомерным композитом 320 может начать разрушаться. Между заглушкой 326 и эластомерным композитом 320 образуются небольшие отверстия или трещины, позволяющие предварительно заряженному газу выходить наружу. Внутреннее давление патрона 300В уменьшается по мере выхода газа из патрона, тем самым уменьшая способность патрона 300В уменьшать пульсации давления внутри жидкости. В другом примере внутренняя стенка эластомерного композита 320 может начать растрескиваться. Если шнур из эластомерного композита 320 вырвется наружу, это может вызвать внутренний прокол однородного резинового материала внутренней гильзы эластомерного композита 320. Предварительно заряженный газ может в этом случае выйти из патрона через место прокола. Внутреннее давление патрона 300В уменьшается по мере того, как газ выходит из патрона.

На фиг. 3С показан внешний вид патрона стабилизатора пульсаций с перфорированной фиксирующей гильзой по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 3С показан патрон 300С. Патрон 300С аналогичен патрону 300В, с добавлением перфорированной фиксирующей гильзы 330. В некоторых вариантах осуществления патрон 300С может включать обжимные гильзы 328А и 328В, установленные аналогично обжимным гильзам 328А и 328В, показанным на фиг. 3В, которые покрыты перфорированной фиксирующей гильзой 330.

На фиг. 3D показан внешний вид патрона стабилизатора пульсаций с перфорированной фиксирующей гильзой и внешней обжимной гильзой по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 3D показан патрон 300D. Патрон 300D аналогичен патрону 300В, с добавлением перфорированной фиксирующей гильзы 330.

Патрон 300D также аналогичен патрону 300С, с добавлением внешних обжимных гильз 328С и 328D. Внешние обжимные гильзы 328С и 328D аналогичны обжимным гильзам 328А и 328В, фиг. 3В, за исключением их расположения. В частности, наружные обжимные гильзы 328С и 328D расположены снаружи перфорированной фиксирующей гильзы 330, тогда как обжимные гильзы 328А и 328В покрыты перфорированной фиксирующей гильзой 330, как показано на фиг. 3С. В некоторых вариантах осуществления патрон 300D может также включать обжимные гильзы 328А и 328В (не показаны, так как они покрыты перфорированной фиксирующей гильзой 330), а также обжимные гильзы 328С и 328D (показаны). В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 330 включает в себя только внешние обжимные гильзы 328С и 328D, а обжимные гильзы 328А и 328В исключены. Детальный вид и подробное описание внешних обжимных гильз 328С и 328D рассматриваются ниже в связи с фиг. 8С и 8D.

Перфорированная фиксирующая гильза 330 является внешней по отношению к эластомерному композиту 320, изображенному на фиг. 3В, и закреплена на головке 324 и заглушке 326. В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 330 проходит по всей длине эластомерного композита 320 и перекрывает весь или часть наружного диаметра эластомерного композита 320, который сцеплен с головкой 324 и заглушкой 326. В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 330 покрывает часть наружного диаметра эластомерного композита 320, сцепленного с головкой 324. В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 330 покрывает часть наружного диаметра эластомерного композита 320, сцепленного с заглушкой 326. В некоторых вариантах осуществления имеются две перфорированные фиксирующие гильзы 330, одна из которых покрывает часть наружного диаметра эластомерного композита 320, который сцеплен с головкой 324, а вторая покрывает часть наружного диаметра эластомерного композита 320, который сцеплен с заглушкой 326. Даже в этом варианте осуществления эластомерный композит 320 может сжиматься и расширяться, чтобы гасить колебания давления внутри жидкости. В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 330 крепится к головке 324 и заглушке 326 и выступает на расстояние, равное внутренней длине цилиндра 302.

В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 330 приварена к головке 324, а также к заглушке 326. Эластомерный композит 320 не может удлиняться, укорачиваться или расширяться, за счет чего предотвращается перемещение заглушки вверх и вниз по длине цилиндра 302 стабилизатора 300А пульсаций. Заглушка 326 зафиксирована в определенном положении, так как перфорированная фиксирующая гильза 330 закреплена на заглушке 326 и головке 324, которая прикреплена к верхнему кольцу 304 стабилизатора 300А пульсаций. Перфорация перфорированной фиксирующей гильзы 330 позволяет эластомерному композиту 320 продолжать сжиматься и расширяться, чтобы гасить колебания давления внутри жидкости, сохраняя при этом линейное сопротивление кольцевому напряжению и нагрузкам осевых напряжений. В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 330 обеспечивает повышенное давление предварительного заряда патрона 300С. Чем

ближе внутреннее давление патрона 300С к давлению жидкости в трубопроводе, тем эффективнее стабилизатор пульсаций 300А при гашении пульсаций в жидкости. Например, жидкость передает содержащиеся в ней пульсации газу внутри патрона 300С в зависимости от предварительного заряда газа внутри патрона 300С и давления системы трубопроводов во время эксплуатации. Следует отметить, что патрон 300С в предыдущем примере может быть заменен на патрон 300А, 300В или 300D. Например, если давление жидкости в трубопроводе составляет 2500 фунтов на квадратный дюйм, а давление предварительного заряда патрона - 500 фунтов на квадратный дюйм, то способность к гашению пульсаций минимальна. В другом примере, если давление жидкости в трубопроводе составляет 2500 фунтов на квадратный дюйм, а давление предварительного заряда патрона составляет 1000 фунтов на квадратный дюйм, способность к гашению пульсаций значительно улучшается. Перфорированная фиксирующая гильза 330 уменьшает осевое и кольцевое напряжение, прилагаемые к эластомерному композиту 320, так как напряжения передаются на перфорированную фиксирующую гильзу 330. Поскольку осевое и кольцевое напряжения передаются на перфорированную фиксирующую гильзу 330, достигается большее давление предварительного заряда на патрон 300С. Кроме того, уменьшается возможность разрушения эластомерного композита 320, а также возможность нарушения сцепления между эластомерным композитом 320 и заглушкой 326 или головкой 324. Когда перфорированная фиксирующая гильза 330 непрерывна от головки 324 до заглушки 326, само нарушение сцепления связи между эластомерным композитом 320 и заглушкой 326 почти полностью устраняется, поскольку предотвращается растяжение эластомерного композита 320 вдоль места сцепления у заглушки 326 или головки 324.

В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 330 представляет собой металлический компонент, который может выдерживать различные факторы окружающей среды закрытой насосной системы. К факторам окружающей среды относятся, в частности, высокое рабочее давление, коррозионная природа жидкости, температура жидкости и т.п. Например, перфорированная контрольная фиксирующая гильза 330 может быть изготовлена из нержавеющей стали, хрома, никеля, железа, меди, кобальта, молибдена, вольфрама, титана и т.п. В другом примере перфорированная фиксирующая гильза 330 имеет покрытие, которое защищает материал перфорированной фиксирующей гильзы 330 от воздействия факторов окружающей среды закрытой насосной системы. Толщина перфорированной фиксирующей гильзы 330 зависит от используемого материала, давления системы и давления предварительного заряда патрона. Перфорации перфорированной фиксирующей гильзы 330 представляют собой сквозные отверстия, выполненные в цилиндрическом листе металла. В некоторых вариантах осуществления перфорации перфорированной фиксирующей гильзы 330 могут быть одинакового размера и одинаковой формы. В некоторых вариантах осуществления перфорации перфорированной фиксирующей гильзы 330 могут иметь различный диаметр или различную форму, или и то, и другое. Например, перфорации могут быть квадратными, прямоугольными, круглыми или треугольными, и т.п. В другом примере перфорации могут быть разных размеров. Каждая перфорация может быть разного размера. Часть перфораций может иметь размер, отличный от размера других частей перфораций. В некоторых вариантах осуществления перфорации равномерно распределены вдоль перфорированной фиксирующей гильзы 330. В некоторых вариантах осуществления перфорации неравномерно распределены вдоль перфорированной фиксирующей гильзы 330. В некоторых вариантах осуществления существует корреляция между размером перфорации, толщиной фиксирующей гильзы, типом материала, используемого для фиксирующей гильзы, рабочим давлением системы, давлением предварительного заряда и т.п.

На фиг. 4 показан вид в разрезе стабилизатора пульсаций по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 4 показан стабилизатор 400 пульсаций. Стабилизатор пульсаций 400 аналогичен стабилизатору пульсаций 300А с фиг. 3А, патрону 300С с фиг. 3С и стабилизаторам пульсаций 225 и 235 с фиг. 2. Стабилизатор пульсаций 400 включает цилиндр 402 (аналогичен цилиндру 302 с фиг. 3А), верхнее кольцо 404 (аналогично верхнему кольцу 304 с фиг. 3А), фланцевое соединение 408 (аналогично фланцевому соединению 308 с фиг. 3А), эластомерный композит 420 (аналогичен эластомерному композиту 320 с фиг. 3В), внутренний объем 422 эластомерного композита 420 (аналогичен внутреннему объему 322 фиг. 3В), головку 424 (аналогична головке 324 с фиг. 3В и 3С), заглушку 426 (аналогично заглушке 326 с фиг. 3В и 3С), перфорированную фиксирующую гильзу 430 (аналогична перфорированной фиксирующей гильзе 330 с фиг. 3С), отверстие 440 для жидкости в системе трубопроводов и кольцевое пространство 442.

Патрон, аналогичный патрону 300В с фиг. 3В, включает эластомерный композит 420, головку 424, заглушку 426 и перфорированную фиксирующую гильзу 430. В некоторых вариантах осуществления патрон 400 также включает обжимные гильзы 328А и 328В, внешние обжимные гильзы 328С и 328D или обжимные гильзы 328А, 328В, 328С и 328D (как между патроном 300В и фиксирующей гильзой 330, так и внешние по отношению к фиксирующей гильзе 330) в аналогичных местах, как описано в отношении фиг. 3В и 3D. Патрон вставляется внутрь цилиндра 402 и герметизируется для предотвращения утечки жидкости из системы трубопроводов. В некоторых вариантах осуществления верхнее кольцо 404 и головка 424 располагаются заподлицо друг относительно друга. Стабилизатор 400 пульсаций расположен на трубе в трубопроводной системе и соединен у фланцевого соединения 408. Жидкость поступает в стабилизатор пульсаций 400 через отверстие 440. Жидкость перемещается вверх и вниз внутри цилиндра

402. Кольцевое пространство 442 - это пространство между патроном и внутренней окружностью цилиндра 402. Кольцевое пространство 442 - это пространство, которое позволяет жидкости перемещаться внутри цилиндра и через перфорированную фиксирующую гильзу 430. Жидкость, перемещающаяся внутри цилиндра 402 и снаружи патрона, передает пульсации давления в наполненный газом патрон. Патрон с газом сжимается и расширяется по мере того, как патрон поглощает и высвобождает давление, создаваемое пульсациями насоса. За счет поглощения пульсаций давления пульсации давления внутри жидкости гасятся.

На фиг. 5 показано изображение в разобранном виде стабилизатора пульсаций 500 по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. Стабилизатор 500 пульсаций по фиг. 5 включает цилиндр 502 (аналогичный цилиндру 302 фиг. 3А и цилиндру 402 с фиг. 4), верхнее кольцо 504 (аналогичное верхнему кольцу 304 с фиг. 3А и верхнему кольцу 404 с фиг. 4), головку 524 (аналогичную головке 324 с фиг. 3В и 3С, а также головке 424 с фиг. 4), перфорированную фиксирующую гильзу 530 (аналогичную перфорированной фиксирующей гильзе 330 с фиг. 3С и перфорированной фиксирующей гильзе 430 с фиг. 4), выпускной клапан 510 (аналогичный выпускному клапану 310 с фиг. 3А) и уплотнительное кольцо 512.

Уплотнительное кольцо 512 действует как механическая прокладка между головкой 524 и цилиндром 502. Головка 524 имеет резьбу и вставляется в верхнее кольцо 504. В некоторых вариантах осуществления верхнее кольцо 504 включает в себя винтовой зажим, который фиксирует головку 524 в определенном положении. Эластомерный композит (аналогичный эластомерному композиту 320 из фиг. 3В) расположен за перфорированной фиксирующей гильзой 330.

На фиг. 6 показано парциальное сечение системы подачи жидкости и гашения пульсаций 600 по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 6 показаны труба 640, содержащая жидкость 642, и стабилизатор 602 пульсаций. Стабилизатор 602 пульсаций включает в себя верхнее кольцо 604 (аналогичное верхнему кольцу 304 с фиг. 3А, верхнему кольцу 404 с фиг. 4 и верхнему кольцу 504 с фиг. 5), заглушку 626 (аналогичную заглушке 326 с фиг. 3В и 3С, а также заглушке 426 с фиг. 4), перфорированную фиксирующую гильзу 630 (аналогичную перфорированной фиксирующей гильзе 330 с фиг. 3С, перфорированной фиксирующей гильзе 430 с фиг. 4 и перфорированной фиксирующей гильзе 530 с фиг. 5), эластомерный композит 620 (аналогичный эластомерному композиту 320 с фиг. В и 420 с фиг. 4) и кольцевое пространство 644.

Труба 640 и кольцевое пространство 644 заполнены жидкостью 642. Жидкость 642 движется по трубе 640 и кольцевому пространству 644 и испытывает колебания давления. Эластомерный композит 620 сжимается и расширяется в то время как колебания давления в жидкости 642 гасятся. Перфорированная фиксирующая гильза 630 обеспечивает структуру и опору эластомерного композита 620; при этом эластомерный композит 620 способен гасить колебания давления внутри жидкости.

На фиг. 7 показано поперечное сечение верхнего участка стабилизатора пульсаций с перфорированной фиксирующей гильзой. На поперечном сечении патрона по фиг. 7 показан пример соединения между перфорированной фиксирующей гильзой 706 и головкой 702. Перфорированная фиксирующая гильза 706 (аналогичная перфорированной фиксирующей гильзе 330 с фиг. 3С, перфорированной фиксирующей гильзе 430 с фиг. 4, перфорированной фиксирующей гильзе 530 с фиг. 5 и перфорированной фиксирующей гильзе 630 с фиг. 6) включает в себя головку 702 (аналогичную головке 324 с фиг. 3В и 3С, головке 424 с фиг. 4 и головке 524 с фиг. 5), эластомерный композит 704 (аналогичный эластомерному композиту 320 с фиг. В, и 420 с фиг. 4, эластомерному композиту 620 с фиг. 6) и обжимную гильзу 710. Перфорированная фиксирующая гильза 706 имеет отверстия 708.

Эластомерный композит 704 сцеплен с головкой 702. В некоторых вариантах осуществления головка имеет клапан, позволяющий газу заполнить эластомерный композит 704, чтобы повысить давление в патроне. Обжимная гильза 710 расположена по окружности эластомерного композита 704. Обжимная гильза 710 расположена рядом с уступом головки 702 и проходит вниз по эластомерному композиту 704 на заданную длину. В некоторых вариантах осуществления заданной длиной является длина, на которую головка 702 проходит вниз по эластомерному композиту 704 в направлении заглушки (не показана). Обжимная гильза 710 создает внешние усилия давления поверх эластомерного композита 704 и головки 702. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 704 формируется вплотную к головке 702, а обжимная гильза 710 обеспечивает дополнительное крепление эластомерного композита 704 к головке 702. В некоторых вариантах осуществления обжимная гильза 710 прикреплена снаружи к перфорированной фиксирующей гильзе 706. Например, эластомерный композит 704 прикреплен к головке 702, перфорированная фиксирующая гильза 706 охватывает внешнюю окружность эластомерного композита 704, а обжимная гильза 710 охватывает часть внешней окружности перфорированной фиксирующей гильзы 706. Перфорированная фиксирующая гильза 706 расположена рядом с эластомерным композитом 704. В некоторых вариантах осуществления перфорированная фиксирующая гильза 706 плотно прилегает к эластомерному композиту 704. В некоторых вариантах осуществления имеется зазор между перфорированной фиксирующей гильзой 706 и эластомерным композитом 704. Перфорированная фиксирующая гильза 706 прилегает к головке 702 и касается ее. Сварное соединение 712 сцепляет головку 702 с перфорированной фиксирующей гильзой 706. Сварное соединение 712 создает прочное сцепление между

двумя компонентами.

На фиг. 8А-G показаны поперечные сечения нижнего участка патрона стабилизатора пульсаций с перфорированной фиксирующей гильзой по различным вариантам осуществления настоящего изобретения. На фиг. 8А-D показаны различные варианты сцепления перфорированной фиксирующей гильзы с заглушкой патрона. Перфорированная фиксирующая гильза 806 (аналогичная перфорированной фиксирующей гильзе 330 с фиг. 3С, перфорированной фиксирующей гильзе 430 с фиг. 4, перфорированной фиксирующей гильзе 530 с фиг. 5, перфорированной фиксирующей гильзе 630 с фиг. 6 и перфорированной фиксирующей гильзе 706 с фиг. 7) включает эластомерный композит 804 (аналогичный эластомерному композиту 320 с фиг. В, 420 с фиг. 4, эластомерному композиту 620 с фиг. 6 и эластомерному композиту 704 с фиг. 7) и обжимную гильзу 810 (аналогичную обжимной гильзе 710 с фиг. 7). Перфорированная фиксирующая гильза 806 также имеет отверстия 808. На фиг. 8А показана перфорированная фиксирующая гильза 806, крепящаяся к упорной пластине 822 посредством сварного соединения 830. Упорная пластина расположена под заглушкой 820 (аналогично заглушке 326 с фиг. 3В и 3С, заглушке 426 с фиг. 4 и заглушке 626 с фиг. 6). Эластомерный композит 804 крепится к заглушке 820. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 804 формируется вплотную к заглушке 820 и крепится к эластомерному композиту 804 и к заглушке 820 посредством обжимной гильзы 810. В некоторых вариантах осуществления упорная пластина 822 представляет собой металлический диск с диаметром, большим, чем диаметр перфорированной фиксирующей гильзы 806. В некоторых вариантах осуществления сварное соединение 830 проходит по окружности перфорированной фиксирующей гильзы 806, прикрепляя перфорированную фиксирующую гильзу 806 к упорной пластине 822. Упорная пластина 822 расположена поперечно к диаметру перфорированной фиксирующей гильзы 806 и касается нижней части заглушки 820. Упорная пластина 822 предотвращает расширение эластомерного композита 804 за пределы длины перфорированной фиксирующей гильзы 806. Часть осевого напряжения переносится на перфорированную фиксирующую гильзу 806, упорную пластину 822 и сварное соединение 830, соединяющее перфорированную фиксирующую гильзу 806 с упорной пластиной 822. Сварное соединение 830 достаточно прочно, чтобы выдержать любое усилие, приложенное заглушкой 820 к упорной пластине 822 из-за удлинения эластомерного композита 804 вследствие давления предварительного заряда и колебаний давления жидкости. Упорная пластина 822 рассчитана на то, чтобы выдерживать любые удары со стороны заглушки, если заглушка в виде эластомерного композита 804 расширится из-за колебаний давления жидкости. В некоторых вариантах осуществления упорная пластина 822 изготовлена из материала, аналогичного материалу перфорированной фиксирующей гильзы 806.

Эластомерный композит 804 не может расширяться за пределы длины перфорированной фиксирующей гильзы 806, поскольку перфорированная фиксирующая гильза 806 прикреплена (i) к упорной пластине 822 через сварное соединение 830 на одном конце и (ii) головке (не показана на фиг. 8А) на другом конце. Заглушка 820 не может выйти за пределы длины перфорированной фиксирующей гильзы 806, так как заглушка 820 опирается в упорную пластину 822. За счет предотвращения перемещения заглушки 820 за пределы длины перфорированной фиксирующей гильзы 806, по всей длине эластомерного композита 804 прикладываются меньшее кольцевое напряжение и осевое напряжение; кроме того, меньшие напряжение сдвига и кольцевое напряжение прикладываются к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и заглушкой 820, поскольку эластомерный композит 804 не может расширяться за пределы длины перфорированной фиксирующей гильзы 806. Аналогичным образом, ограничение перемещения головки (не показана) из-за наличия перфорированной фиксирующей гильзы 806 приводит к уменьшению кольцевого и осевого напряжения, которые прикладываются к месту сцепления головки эластомерного композита 804, а также по всей длине эластомерного композита 804, за счет того, что предотвращается чрезмерное расширение эластомерного композита 804.

На фиг. 8В показана перфорированная фиксирующая гильза 806, прикрепленная непосредственно к заглушке 824. Заглушка 824 выполнена как единое целое с манжетой 826 (аналогично заглушке 820), и основанием 828 (аналогично упорной пластине 822 фиг. 8А). Эластомерный композит 804 прикреплен к манжете 826 заглушки 824. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 804 формируется вплотную к заглушке 824, а обжимная гильза 810 крепит эластомерный композит 804 к наружной стороне 826а манжеты 826 заглушки 824. Заглушка 824 выполнена с основанием 828. Основание 828 заглушки 824 имеет диаметр, равный внутреннему диаметру перфорированной фиксирующей гильзы 806. Например, заглушка 824 может быть расположена внутри внутренней окружности 806а перфорированной фиксирующей гильзы 806. Сварное соединение 832 расположено на нижней части перфорированной фиксирующей гильзы 806 по внешней окружности 828а основания 828 заглушки 824. В некоторых вариантах осуществления сварное соединение 832 проходит по окружности перфорированной фиксирующей гильзы 806, прикрепляя перфорированную фиксирующую гильзу 806 к заглушке 824.

Заглушка 824 не может перемещаться, так как заглушка 824 прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 832, а также через аналогичное соединение к головке. За счет предотвращения перемещения заглушки 824, по всей длине эластомерного композита 804 прикладываются меньшее кольцевое напряжение и осевое напряжение; кроме того, меньшие напряжение сдвига и кольцевое напряжение прикладываются к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и

заглушкой 820, поскольку заглушка не может перемещаться вверх или вниз в ответ на расширение и сжатие эластомерного композита 804 из-за давления предварительного заряда и колебаний давления в жидкости. Аналогичным образом, ограничение перемещения головки приводит к уменьшению кольцевого и осевого напряжения, которые прикладываются по всей длине эластомерного композита 804 и к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и головкой за счет того, что предотвращается чрезмерное расширение эластомерного композита 804 из-за давления предварительного заряда и колебаний давления в жидкости. Например, когда давление предварительного заряда или изменение давления жидкости вызывает расширение или сжатие эластомерного композита 804, за счет того, что заглушка 824 жестко прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 832, осевая нагрузка переносится на заглушку 824, перфорированную фиксирующую гильзу 806 и сварное соединение 832. Аналогичным образом, эластомерный композит 804 может расширяться до диаметра перфорированной фиксирующей гильзы 806. Когда эластомерный композит 804 расширяется до ширины перфорированной фиксирующей гильзы 806, кольцевое напряжение, приложенное к эластомерному композиту 804, переносится на перфорированную фиксирующую гильзу 806. Напряжения сдвига и кольцевые напряжения уменьшаются в месте сцепления эластомерного композита 804 и заглушки 824. Аналогичное действие наблюдается также у головки (не показана).

На фиг. 8С показана перфорированная фиксирующая гильза 806, прикрепленную непосредственно к заглушке 824 через сварное соединение 834. Заглушка 824 изготовлена в виде единого элемента, аналогичного заглушке 820 и упорной пластине 822 фиг. 8А. Эластомерный композит 804 прикреплен к заглушке 824. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 804 формируется вплотную к заглушке 824. Перфорированная фиксирующая гильза 806 охватывает эластомерный композит 804, а обжимная гильза 812 крепит перфорированную фиксирующую гильзу 806 и эластомерный композит 804 к заглушке 824. Заглушка 824 выполнена с основанием 828. Обжимная гильза 812 аналогична обжимной гильзе 328D, показанной на фиг. 3D. В некоторых вариантах осуществления длина обжимной гильзы 812 равна или выше высоты заглушки 824, где высота заглушки 824 - это расстояние, которое заглушка 824 проходит по направлению к головке (не показана на фиг. 8С) внутри эластомерного композита 804. Основание 828 заглушки 824 больше наружного диаметра перфорированной фиксирующей гильзы 806. Например, основание 828 заглушки 824 выступает за диаметр перфорированной фиксирующей гильзы 806. Сварное соединение 834 расположено вдоль нижней кромки перфорированной фиксирующей гильзы 806 вдоль уступа основания 828 заглушки 824. В некоторых вариантах осуществления сварное соединение 834 проходит по окружности перфорированной фиксирующей гильзы 806, прикрепляя перфорированную фиксирующую гильзу 806 к заглушке 824.

Заглушка 824 не может перемещаться, так как она прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 834, а также - через аналогичное сварное соединение - к головке (не показана). За счет предотвращения перемещения заглушки 824, по всей длине эластомерного композита 804 прикладываются меньшие кольцевое и осевое напряжения, а к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и заглушкой 820 прикладываются меньшие напряжения сдвига и кольцевое напряжение, поскольку заглушка 824 не может перемещаться вверх или вниз в ответ на расширение и сжатие эластомерного композита 804 из-за давления предварительного заряда и колебаний давления в жидкости. Аналогичным образом, ограничение перемещения головки (не показана) приводит к уменьшению кольцевого и осевого напряжения, которые прикладываются по всей длине эластомерного композита 804 и к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и головкой, поскольку предотвращается чрезмерное расширение эластомерного композита 804 из-за давления предварительного заряда и колебаний давления в жидкости. Например, когда давление предварительной загрузки или изменение давления жидкости вызывает расширение или сжатие эластомерного композита 804, заглушка 824 жестко прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 834, и осевая нагрузка переносится на заглушку, перфорированную фиксирующую гильзу 806 и сварное соединение 834. Аналогичным образом, эластомерный композит 804 может расширяться только до диаметра перфорированной фиксирующей гильзы 806. Когда эластомерный композит 804 расширяется до ширины перфорированной фиксирующей гильзы 806, кольцевое напряжение, приложенное к эластомерному композиту 804, переносится на перфорированную фиксирующую гильзу 806. Напряжения сдвига и кольцевое напряжение уменьшаются в месте сцепления эластомерного композита 804 и заглушки 824. Аналогичное действие наблюдается также у головки (не показана).

На фиг. 8D показана перфорированная фиксирующая гильза 806, соединенная непосредственно с заглушкой 824 через сварное соединение 836. Заглушка 824 изготовлена в виде единого элемента, аналогичного заглушке 820 и упорной пластине 822 фиг. 8А. Эластомерный композит 804 прикреплен к заглушке 824. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 804 формируется вплотную к заглушке 824. Перфорированная фиксирующая гильза 806 охватывает эластомерный композит 804. Обжимная гильза 812 крепит перфорированную фиксирующую гильзу 806 и эластомерный композит 804 к заглушке 824. Обжимная гильза 812 аналогична обжимной гильзе 328D, показанной на фиг. 3D. В некоторых вариантах осуществления длина обжимной гильзы 812 равна или выше высоты заглушки 824, где высота заглушки 824 - это расстояние, которое заглушка 824 проходит по направлению к головке (не по-

казана на фиг. 8D) внутри эластомерного композита 804. Заглушка 824 выполнена с основанием 828. Основание 828 заглушки 824 имеет диаметр, который примерно равен диаметру перфорированной фиксирующей гильзы 806. В некоторых вариантах осуществления основание 828 заглушки 824 имеет диаметр, который позволяет перфорированной фиксирующей гильзе 806 нависать над основанием 828 заглушки 824 в достаточной степени для сварного соединения 836. Иными словами, часть перфорированной фиксирующей гильзы 806 находится на основании 828 заглушки 824, а остальная часть перфорированной фиксирующей гильзы 806 нависает над основанием 828 заглушки 824. Сварное соединение 836 расположено между частью выступающей перфорированной фиксирующей гильзы 806 и основанием 828 заглушки 824. В некоторых вариантах осуществления сварное соединение 836 проходит по окружности перфорированной фиксирующей гильзы 806, прикрепляя перфорированную фиксирующую гильзу 806 к заглушке 824.

Заклушка 824 не может перемещаться, так как она прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 836. За счет предотвращения перемещения заглушки 824, по всей длине эластомерного композита 804 прикладываются меньшие кольцевое напряжение и осевое напряжение, а к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и заглушкой 820 прикладываются меньшие напряжение сдвига и кольцевое напряжение, поскольку заглушка 824 не может перемещаться вверх или вниз в ответ на расширение и сжатие эластомерного композита 804 из-за колебаний давления в жидкости. Аналогичным образом, ограничение перемещения головки (не показана) приводит к уменьшению кольцевого напряжения и осевого напряжения, которые прикладываются по всей длине эластомерного композита 804 и к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и головкой, поскольку предотвращается чрезмерное расширение эластомерного композита 804 из-за давления предварительного заряда и колебаний давления в жидкости. Например, когда изменение давления жидкости вызывает расширение или сжатие эластомерного композита 804, заглушка 824 жестко прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 836, и осевая нагрузка переносится на заглушку, перфорированную фиксирующую гильзу 806 и сварное соединение 836. Аналогичным образом, эластомерный композит 804 может расширяться только до диаметра перфорированной фиксирующей гильзы 806. Когда эластомерный композит 804 расширяется до ширины перфорированной фиксирующей гильзы 806, кольцевое напряжение, приложенное к эластомерному композиту 804, переносится на перфорированную фиксирующую гильзу 806. Напряжение сдвига и кольцевое напряжение уменьшаются в месте сцепления эластомерного композита 804 и заглушки 824. Аналогичное действие наблюдается также у головки (не показана). На фиг. 8D показана перфорированная фиксирующая гильза 806, соединенная непосредственно с заглушкой 824 через сварное соединение 836. Заглушка 824 изготовлена в виде единого элемента, аналогичного заглушке 820 и упорной пластине 822 фиг. 8А. Эластомерный композит 804 прикреплен к заглушке 824. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 804 формуется вплотную к заглушке 824. Перфорированная фиксирующая гильза 806 охватывает эластомерный композит 804. Обжимная гильза 812 крепит перфорированную фиксирующую гильзу 806 и эластомерный композит 804 к заглушке 824. Обжимная гильза 812 аналогична обжимной гильзе 328D, показанной на фиг. 3D. В некоторых вариантах осуществления длина обжимной гильзы 812 равна или выше высоты заглушки 824, где высота заглушки 824 - это расстояние, которое заглушка 824 проходит по направлению к головке (не показана на фиг. 8D) внутри эластомерного композита 804. Заглушка 824 выполнена с основанием 828. Основание 828 заглушки 824 имеет диаметр, который примерно равен диаметру перфорированной фиксирующей гильзы 806. В некоторых вариантах осуществления основание 828 заглушки 824 имеет диаметр, который позволяет перфорированной фиксирующей гильзе 806 нависать над основанием 828 заглушки 824 в достаточной степени для сварного соединения 836. Иными словами, часть перфорированной фиксирующей гильзы 806 находится на основании 828 заглушки 824, а остальная часть перфорированной фиксирующей гильзы 806 нависает над основанием 828 заглушки 824. Сварное соединение 836 расположено между частью выступающей перфорированной фиксирующей гильзы 806 и основанием 828 заглушки 824. В некоторых вариантах осуществления сварное соединение 836 проходит по окружности перфорированной фиксирующей гильзы 806, прикрепляя перфорированную фиксирующую гильзу 806 к заглушке 824.

Заклушка 824 не может перемещаться, так как она прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 836. За счет предотвращения перемещения заглушки 824, по всей длине эластомерного композита 804 прикладываются меньшие кольцевое напряжение и осевое напряжение, а к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и заглушкой 820 прикладываются меньшие напряжение сдвига и кольцевое напряжение, поскольку заглушка 824 не может перемещаться вверх или вниз в ответ на расширение и сжатие эластомерного композита 804 из-за колебаний давления в жидкости. Аналогичным образом, ограничение перемещения головки (не показана) приводит к уменьшению кольцевого и осевого напряжений, которые прикладываются по всей длине эластомерного композита 804 и к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и головкой, поскольку предотвращается чрезмерное расширение эластомерного композита 804 из-за давления предварительного заряда и колебаний давления в жидкости. Например, когда изменение давления жидкости вызывает расширение или сжатие эластомерного композита 804, заглушка 824 жестко прикреплена к перфорированной фиксирующей

шей гильзе 806 через сварное соединение 836, и осевая нагрузка переносится на заглушку, перфорированную фиксирующую гильзу 806 и сварное соединение 836. Аналогичным образом, эластомерный композит 804 может расширяться только до диаметра перфорированной фиксирующей гильзы 806. Когда эластомерный композит 804 расширяется до ширины перфорированной фиксирующей гильзы 806, кольцевое напряжение, приложенное к эластомерному композиту 804, переносится на перфорированную фиксирующую гильзу 806. Напряжения сдвига и кольцевое напряжение уменьшаются в месте сцепления эластомерного композита 804 и заглушки 824. Аналогичное действие наблюдается также у головки (не показана).

На фиг. 8E показана перфорированная фиксирующая гильза 806, соединенная непосредственно с заглушкой 824 через сварное соединение 836 и сформованная вплотную к эластомерному композиту 804. На фиг. 8F показана прижимная гильза 812, сформованная под наружный диаметр эластомерного композита с перфорированной фиксирующей гильзой 806, соединенной непосредственно с заглушкой 824 через сварное соединение 836. На фиг. 8G показана перфорированная фиксирующая гильза 806, соединенная непосредственно с заглушкой 824 через сварное соединение 836 и сформованная вплотную к эластомерному композиту 804, где перфорированная фиксирующая гильза 806 дополнительно обжимается на каждом конце эластомерного композита 804 для усиления сцепления между эластомерным композитом 804 и цилиндрической поверхностью заглушки 826. Аналогичное действие наблюдается также у головки (не показана). Заглушка 824 изготовлена в виде единого элемента, аналогичного заглушке 820 и упорной пластине 822 фиг. 8A. Эластомерный композит 804 прикреплен к заглушке 828. В некоторых вариантах осуществления эластомерный композит 804 формуется вплотную к заглушке 828. Перфорированная фиксирующая гильза 806 охватывает эластомерный композит 804. Перфорированная гильза имеет гофрированную втулку 838 для крепления фиксирующей гильзы 806 и эластомерного композита 804 к заглушке 828. В некоторых вариантах осуществления длина гофрированной втулки 838 равна или выше высоты заглушки 828, где высота заглушки 824 представляет собой расстояние, на которое заглушка 824 проходит к головке, противоположной заглушке 824, внутри эластомерного композита 804. Гофрированная втулка 838 имеет волнистую поверхность, сопряженную с ответной поверхностью перфорированной гильзы 806. Заглушка 824 выполнена с основанием 828. Основание 828 заглушки 824 имеет диаметр, который примерно равен диаметру перфорированной фиксирующей гильзы 806. В некоторых вариантах осуществления основание 828 заглушки 824 имеет диаметр, который позволяет перфорированной фиксирующей гильзе 806 нависать над основанием 828 заглушки 824 в достаточной степени для сварного соединения 836. Иными словами, часть перфорированной фиксирующей гильзы 806 находится на основании 828 заглушки 824, а остальная часть перфорированной фиксирующей гильзы 806 нависает над основанием 828 заглушки 828. Сварное соединение 836 расположено между частью выступающей перфорированной фиксирующей гильзы 806 и основанием 828 заглушки 828. В некоторых вариантах осуществления сварное соединение 836 проходит по окружности перфорированной фиксирующей гильзы 806, прикрепляя перфорированную фиксирующую гильзу 806 к заглушке 828.

Зажушка 824 не может перемещаться, так как она прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 836. За счет предотвращения перемещения заглушки 824, по всей длине эластомерного композита 804 прикладываются меньшее кольцевое напряжение и осевое напряжение, а к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и заглушкой 820 прикладываются меньшие напряжения сдвига и кольцевое напряжение, поскольку заглушка 824 не может перемещаться вверх или вниз в ответ на расширение и сжатие эластомерного композита 804 из-за колебаний давления в жидкости. Аналогичным образом, ограничение перемещения головки (не показана) приводит к уменьшению кольцевого и осевого напряжения, которые прикладываются по всей длине эластомерного композита 804 и к месту сцепления между эластомерным композитом 804 и головкой, поскольку предотвращается чрезмерное расширение эластомерного композита 804 из-за давления предварительного заряда и колебаний давления в жидкости. Например, когда изменение давления жидкости вызывает расширение или сжатие эластомерного композита 804, заглушка 824 жестко прикреплена к перфорированной фиксирующей гильзе 806 через сварное соединение 836, и осевая нагрузка переносится на заглушку, перфорированную фиксирующую гильзу 806 и сварное соединение 836. Аналогичным образом, эластомерный композит 804 может расширяться только до диаметра перфорированной фиксирующей гильзы 806. Когда эластомерный композит 804 расширяется до ширины перфорированной фиксирующей гильзы 806, кольцевое напряжение, приложенное к эластомерному композиту 804, переносится на перфорированную фиксирующую гильзу 806. Напряжение сдвига и кольцевое напряжение уменьшаются в месте сцепления эластомерного композита 804 и заглушки 826. Аналогичное действие наблюдается также у головки (не показана).

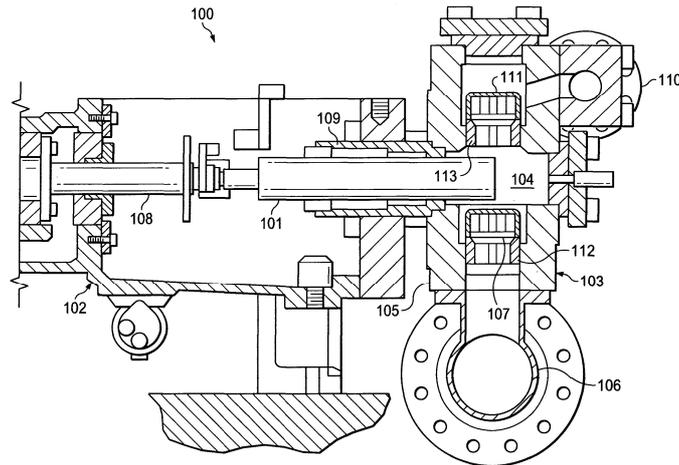
Хотя на чертежах показаны различные примеры пользовательского оборудования, в них могут быть внесены различные изменения. Например, стабилизатор пульсаций может включать любое количество каждого компонента в любом подходящем расположении. В целом, приведенные рисунки не ограничивают сферу применения данного изобретения какой-либо конкретной конфигурацией (конфигурациями). Кроме того, хотя на чертежах показаны рабочие среды, в которых могут быть использованы различные функции стабилизатора пульсаций, раскрываемые в настоящем патентном документе, эти функции могут

также быть использованы в любой другой подходящей системе. Ни одно из описаний, приведенных в данном изобретении, не должно рассматриваться как подразумевающее, что какие-либо конкретные элемент, шаг или функция являются существенным элементом, который должен обязательно быть включен в объем формулы изобретения. Объем предмета патента определяется исключительно формулой изобретения. Более того, ни один из пунктов формулы изобретения не предусматривает ссылки на 35 U.S.C. § 112(f), если за точными словами "средство для" не следует причастие. Использование любого другого термина, включая, без ограничения, слова "механизм", "модуль", "устройство", "блок", "компонент", "элемент", "устройство", "машина", "система", "процессор" или "контроллер", в рамках формулы изобретения понимается заявителями как относящееся к конструкциям, известным специалистам в соответствующей области техники, и не предполагает ссылки на 35 U.S.C. § 112(f). Хотя представленное изобретение было описано на примере одного из вариантов осуществления, специалисту в соответствующей области могут быть предложены различные изменения и модификации. Предполагается, что настоящее изобретение охватывает такие изменения и модификации, которые подпадают под объем прилагаемой формулы изобретения.

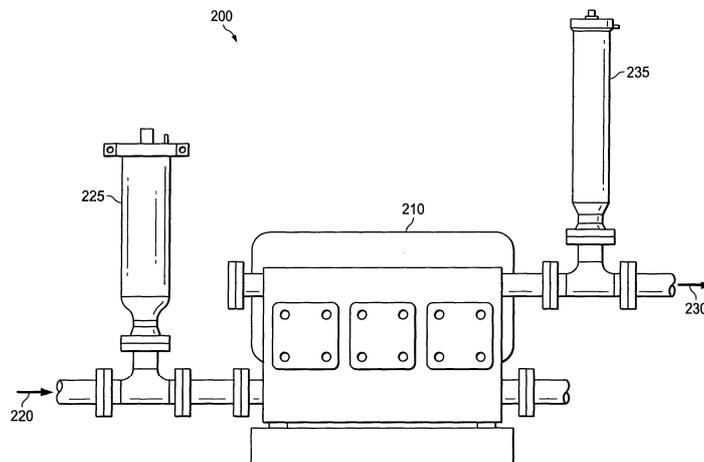
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Заряженный газом патрон (300В), содержащий головку (324), расположенную на первом конце заряженного газом патрона; эластомерный композит (320), который испытывает изменения давления, причем эластомерный композит имеет первый конец, который соединяется с головкой; заглушку (326), вставленную во второй конец эластомерного композита; и перфорированную фиксирующую гильзу (330), которая крепится к заглушке и охватывает собой эластомерный композит.
2. Заряженный газом патрон по п.1, в котором перфорированная фиксирующая гильза также крепится к головке.
3. Заряженный газом патрон по п.1, в котором перфорированная фиксирующая гильза проходит на части длины эластомерного композита, и заряженный газом патрон дополнительно включает обжимную гильзу (328А, В), выполненную с возможностью крепления перфорированной фиксирующей гильзы к эластомерному композиту.
4. Заряженный газом патрон по п.1, дополнительно содержащий обжимную гильзу (328А, В), выполненную с возможностью крепления эластомерного композита к заглушке; и упорную пластину (822), связанную с основанием заглушки, причем к упорной пластине крепится перфорированная фиксирующая гильза.
5. Заряженный газом патрон по п.1, в котором заглушка включает в себя участок манжеты и участок основания, проходящий от участка манжеты.
6. Заряженный газом патрон по п.5, дополнительно содержащий обжимную гильзу (328 А, В), выполненную с возможностью крепления эластомерного композита к участку манжеты заглушки, причем перфорированная фиксирующая гильза связана с участком основания заглушки.
7. Заряженный газом патрон по п.6, в котором внутренняя окружность перфорированной фиксирующей гильзы связана с наружной окружностью участка основания заглушки.
8. Заряженный газом патрон по п.6, в котором основание перфорированной фиксирующей гильзы связано с наружной окружностью участка основания заглушки.
9. Заряженный газом патрон по п.5, дополнительно содержащий обжимную гильзу (328А, В), выполненную с возможностью крепления перфорированной фиксирующей гильзы к эластомерному композиту и крепления обоих к участку манжеты заглушки.
10. Заряженный газом патрон по п.1, в котором перфорированная фиксирующая гильза прижимается к эластомерному композиту.
11. Демпфер пульсаций, содержащий цилиндр, выполненный с возможностью принимать жидкость для демпфера пульсаций; заряженный газом патрон (300В), вставленный в цилиндр, причем заряженный газом патрон включает в себя головку (324), расположенную на первом конце заряженного газом патрона; эластомерный композит (320), который испытывает изменения давления, причем эластомерный композит имеет первый конец, который соединяется с головкой; и заглушку (326), вставленную во второй конец эластомерного композита; и перфорированную фиксирующую гильзу (330), которая крепится к заглушке и охватывает собой эластомерный композит.
12. Демпфер пульсаций по п.11, в котором перфорированная фиксирующая гильза также крепится к головке.

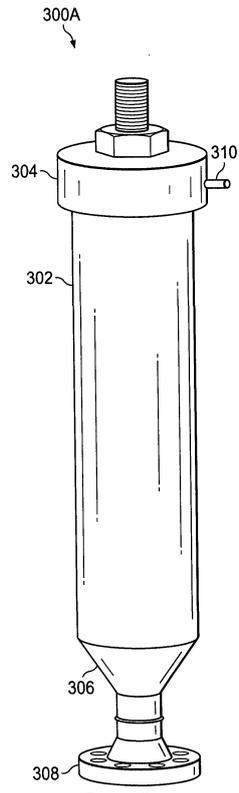
13. Демпфер пульсаций по п.11, в котором перфорированная фиксирующая гильза проходит на части длины эластомерного композита, и заряженный газом патрон дополнительно включает обжимную гильзу (328А, В), выполненную с возможностью крепления перфорированной фиксирующей гильзы к эластомерному композиту.
14. Демпфер пульсаций по п.11, в котором заряженный газом патрон дополнительно содержит обжимную гильзу (328А, В), выполненную с возможностью крепления эластомерного композита к заглушке; и упорную пластину (822), связанную с основанием заглушки, причем к упорной пластине крепится перфорированная фиксирующая гильза.
15. Демпфер пульсаций по п.11, в котором заглушка содержит участок манжеты и участок основания, проходящий от участка манжеты.
16. Демпфер пульсаций по п.15, в котором заряженный газом патрон, дополнительно включающий в себя обжимную гильзу (328А, В), выполненную с возможностью крепления эластомерного композита к участку манжеты заглушки, и перфорированная фиксирующая гильза связана с участком основания заглушки.
17. Демпфер пульсаций по п.16, в котором внутренняя окружность перфорированной фиксирующей гильзы связана с наружной окружностью участка основания заглушки.
18. Демпфер пульсаций по п.16, в котором основание перфорированной фиксирующей гильзы связано с наружной окружностью участка основания заглушки.
19. Демпфер пульсаций по п.15, в котором заряженный газом патрон дополнительно включает обжимную гильзу, выполненную с возможностью крепления перфорированной фиксирующей гильзы к эластомерному композиту и крепления обоих к участку манжеты заглушки.
20. Демпфер пульсаций по п.11, в котором перфорированная фиксирующая гильза прижимается к эластомерному композиту.



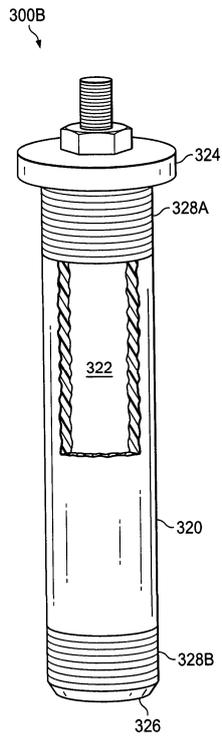
Фиг. 1



Фиг. 2

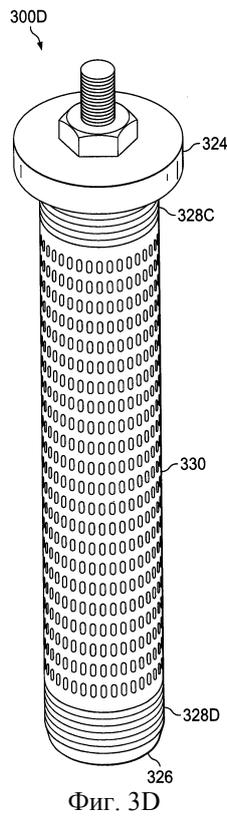
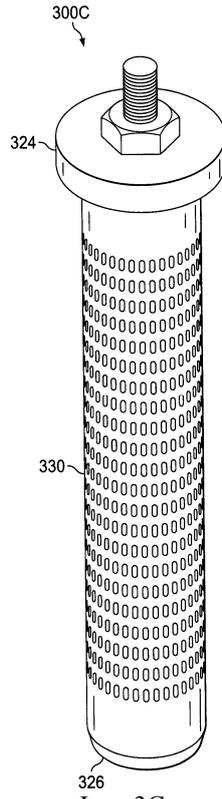


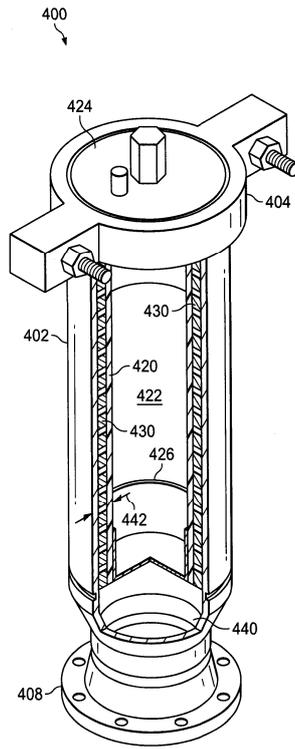
Фиг. 3А



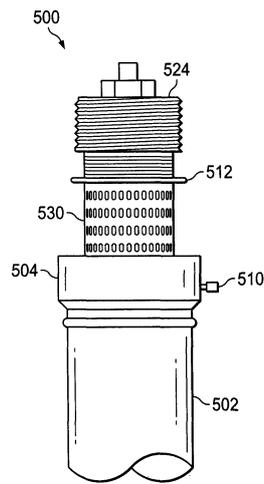
Фиг. 3В

041165

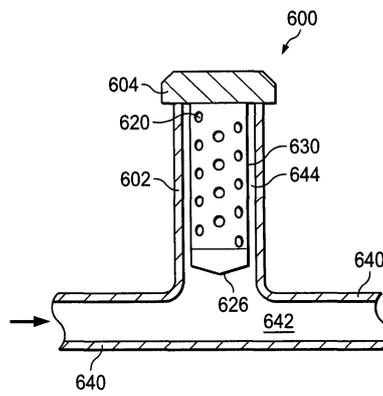




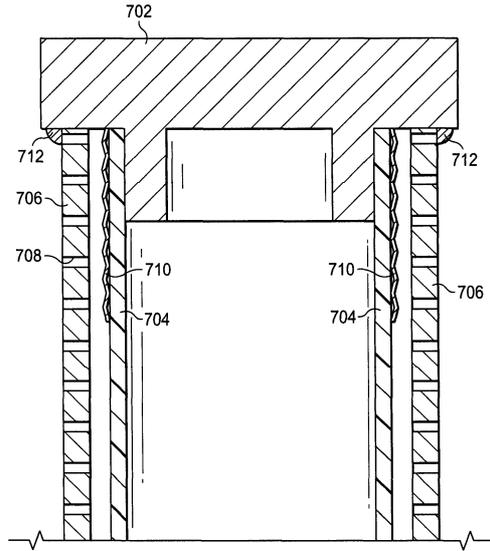
Фиг. 4



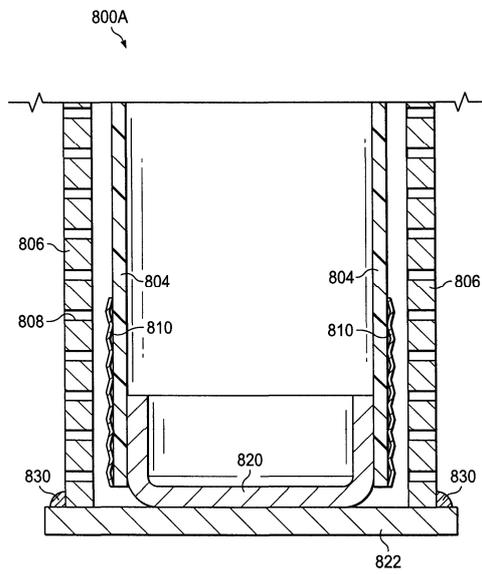
Фиг. 5



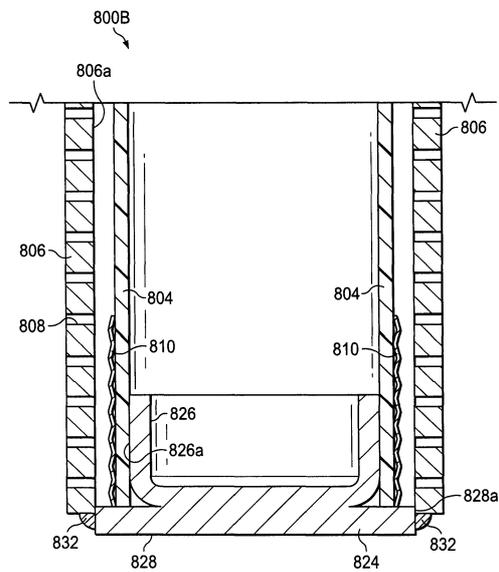
Фиг. 6



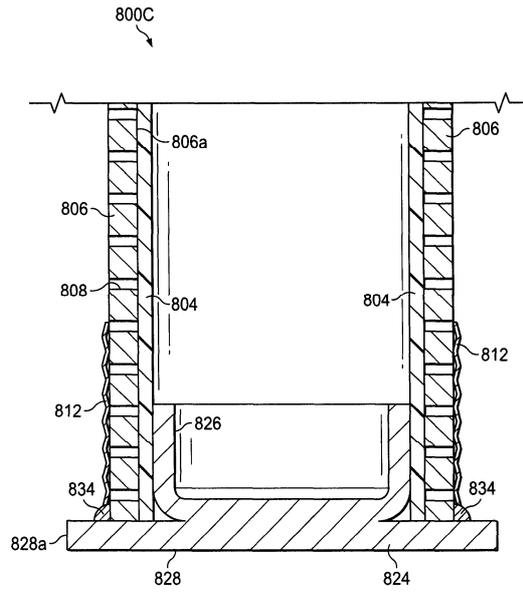
Фиг. 7



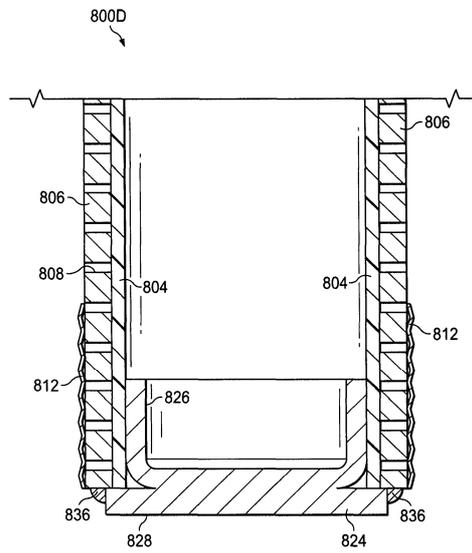
Фиг. 8А



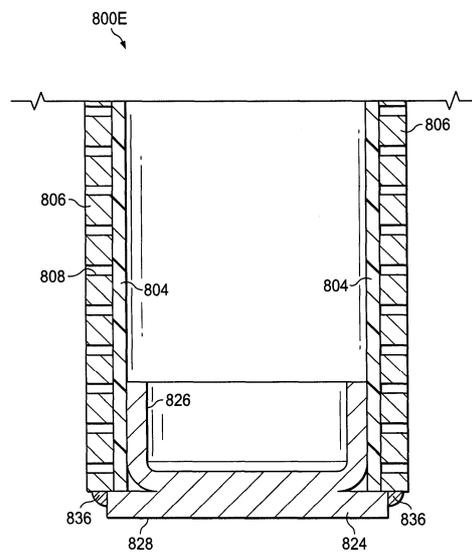
Фиг. 8В



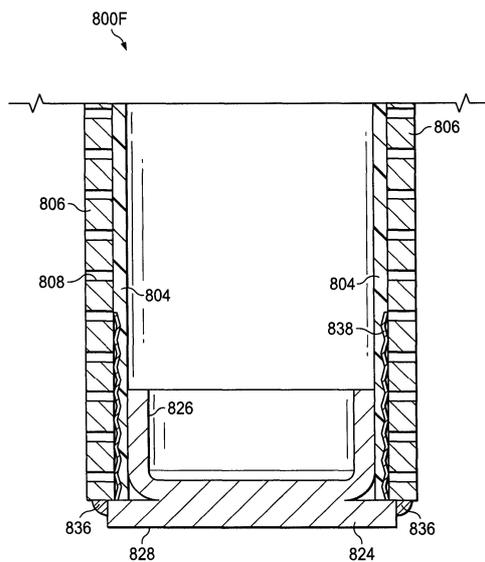
Фиг. 8С



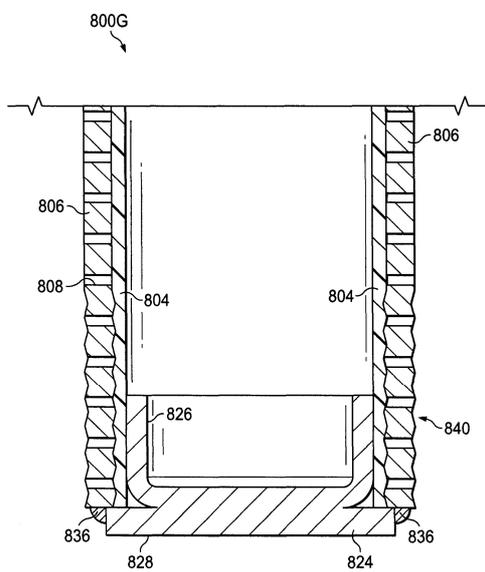
Фиг. 8D



Фиг. 8E



Фиг. 8F



Фиг. 8G

