



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 389 902** (13) **C2**

(51) МПК  
*F04B 9/11* (2006.01)  
*F04B 53/16* (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007136056/06, 28.09.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**28.09.2007**

(30) Конвенционный приоритет:  
**29.09.2006 US 60/827,439**  
**24.09.2007 US 11/859,830**

(43) Дата публикации заявки: **10.04.2009**

(45) Опубликовано: **20.05.2010** Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: **SU 1566069 A2, 23.05.1990. RU 2283897 C1,**  
**20.09.2006. RU 52128 U1, 10.03.2006. JP**  
**2005248729 A, 15.09.2005.**

Адрес для переписки:  
**129090, Москва, ул.Б.Спасская, 25, стр.3,**  
**ООО "Юридическая фирма Городиский и**  
**Партнеры", пат.пов. А.В.Мицу, рег.№ 364**

(72) Автор(ы):

**ГАМБЬЕ Филипп (US),**  
**ПЕССЕН Жан-Луи (US)**

(73) Патентообладатель(и):

**ШЛЮМБЕРГЕР ТЕКНОЛОДЖИ БВ (NL)**

## (54) НАПОРНАЯ ЧАСТЬ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОГО НАСОСА (ВАРИАНТЫ) И СПОСОБ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ В НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЕ ДАННЫМ НАСОСОМ

(57) Реферат:

Устройство предназначено для использования в нефтяной скважине. Напорная часть возвратно-поступательного насоса включает в себя материал-основу, который менее подвергается истиранию, коррозии, эрозии и/или усталости от воздействия влаги,

чем обычные материалы напорных частей, такие как углеродистая сталь. Материал-основа усилен композитным материалом для повышения стойкости напорной части к напряжениям и обеспечения ее уменьшенного веса. 4 н. и 21 з.п.ф-лы, 7 ил.

RU 2 389 902 C2

RU 2 389 902 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**F04B 9/11** (2006.01)  
**F04B 53/16** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007136056/06, 28.09.2007**  
 (24) Effective date for property rights:  
**28.09.2007**  
 (30) Priority:  
**29.09.2006 US 60/827,439**  
**24.09.2007 US 11/859,830**  
 (43) Application published: **10.04.2009**  
 (45) Date of publication: **20.05.2010 Bull. 14**  
 Mail address:  
**129090, Moskva, ul.B.Spaskaja, 25, str.3, OOO**  
**"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",**  
**pat.pov. A.V.Mitsu, reg.№ 364**

(72) Inventor(s):  
**GAMB'E Filipp (US),**  
**PESSEN Zhan-Lui (US)**  
 (73) Proprietor(s):  
**ShLJuMBERGER TEKNOLODZhi BV (NL)**

**(54) DELIVERY PART OF RECIPROCATING PUMP (VERSIONS) AND METHOD FOR CARRYING OUT OPERATIONS IN OIL WELL WITH SUCH PUMP**

(57) Abstract:  
 FIELD: engines and pumps.  
 SUBSTANCE: delivery part of reciprocating pump includes base material which less suffers wear, corrosion, erosion and/or fatigue caused by moisture attack in comparison to typical materials of delivery

parts, such as carbon steel. Base material is reinforced with composite material.  
 EFFECT: providing resistance of delivery part to stresses, and providing its decreased weight.  
 4 cl, 3 dwg

**RU 2 389 902 C2**

**RU 2 389 902 C2**

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение, в общем, относится к способу выполнения напорной части насоса возвратно-поступательного действия из тонкого слоя материала-основы и упрочнения материала-основы композитным материалом, выдерживающим напряжения, которым  
5 подвергается напорная часть в течение нагнетательного цикла. Предпочтительно, чтобы материал-основа был в меньшей степени подвержен истиранию, коррозии, эрозии и/или усталости от воздействия влаги, чем обычные материалы напорной части, такие как углеродистая сталь.

10 Уровень техники

Напорная часть насоса возвратно-поступательного действия (см. SU 1566069, F04B 15/00, 23.05.1990), например, трехцилиндрового насоса, представляет собой часть насоса, в которой через всасывающий клапан втягивают текучую среду. После этого  
15 плунжер сжимает текучую среду и толкает ее под высоким давлением через выпускной клапан. Такие клапаны открываются тогда, когда давление на их нижней стороне становится выше давления на их верхней стороне.

Напорные части нередко представляют собой слабое место насосов возвратно-поступательного действия, поскольку они выходят из строя после некоторого  
20 количества циклов вследствие циклов давления с усталостным воздействием влаги. Кроме того, желательно ограничить вес напорных частей, когда их используют, например, в случаях выполнения операций гидравлического разрыва пласта в нефтяных скважинах. В таких случаях несущая способность для транспортирования систем, служащих для гидравлического разрыва пласта в нефтяных скважинах,  
25 ограничена. Соответственно, существует необходимость в усовершенствованной напорной части насоса возвратно-поступательного действия, которая была бы надежна и имела малый вес.

Краткое описание чертежей

30 Фиг.1 представляет собой схематичный вид насосного узла, в котором использован насос возвратно-поступательного действия согласно настоящему изобретению.

Фиг.2 представляет собой вид в поперечном сечении напорной части насоса возвратно-поступательного действия согласно фиг.1.

35 Фиг.3А-3Е представляют собой вариант выполнения напорной части согласно настоящему изобретению.

Сущность изобретения

В одном из вариантов осуществления настоящее изобретение представляет собой напорную часть насоса возвратно-поступательного действия, состоящую из  
40 материала-основы, который усилен композитным материалом. В одном из вариантов материал-основа менее подвержен истиранию, коррозии, эрозии и/или усталости от воздействия влаги, чем материал обычной напорной части насоса возвратно-поступательного действия. В одном из вариантов материал-основа состоит из тонкого слоя, который на его наружной поверхности усилен композитным материалом. В этом  
45 варианте только материал-основа входит в контакт с текучей средой, нагнетаемой насосом возвратно-поступательного действия. Кроме того, использование композитного материала повышает те напряжения, которым может противостоять материал-основа, и одновременно позволяет снизить вес напорной части по  
50 сравнению с обычными напорными частями. Хотя напорная часть согласно настоящему изобретению может быть использована в каких-либо соответствующих случаях, в одном из вариантов напорную часть используют на насосе возвратно-поступательного действия при выполнении операций гидравлического разрыва пласта

в нефтяных скважинах.

Подробное описание предпочтительных вариантов осуществления изобретения

Вариант осуществления изобретения согласно фиг.1 демонстрирует насосный узел 100, который включает в себя насос 102 возвратно-поступательного действия согласно настоящему изобретению. Как показано, насос 102 возвратно-поступательного действия, например, трехцилиндровый насос, включает в себя напорную часть 104, в которую текучая среда входит под низким давлением, а выходит под высоким давлением. Повышение давления текучей среды внутри напорной части 104 создают плунжерами 114, которые совершают возвратно-поступательное перемещение к напорной части 104 и от нее при направлении коленчатым валом, который вращается внутри корпуса 106. Коленчатый вал приводят в действие посредством карданного механизма 108, который, в свою очередь, приводят в действие двигателем 110 через передачу 112.

На фиг.2 представлен вид в поперечном сечении напорной части 104 насоса 102 возвратно-поступательного действия согласно фиг.1. Как показано, насос 102 включает в себя плунжер 114, выполненный с возможностью совершения возвратно-поступательного перемещения внутри напорной части 104 к камере 116 и от нее. При этом плунжер 114 оказывает высокое и низкое давление на камеру 116. Например, когда плунжер 114 создает осевое усилие в направлении камеры 116, давление внутри камеры 116 будет увеличено.

В определенный момент повышение давления будет достаточным для возможности открывания выпускного клапана 118, чтобы обеспечить выпуск текучей среды из камеры 116 через выпускной канал 128 и из насоса 102. Величина давления, требуемая для описываемого открывания выпускного клапана 118, может быть определена выпускным механизмом 120, например, клапанной пружиной, которая удерживает выпускной клапан 118 в закрытом положении, пока в камере 116 не будет достигнуто требуемое давление.

Плунжер 114 также может обеспечивать воздействие на камеру 116 низкого давления. То есть, когда плунжер 114 совершает обратный ход из его выдвинутого вперед положения выпуска вблизи камеры 116, давление в ней будет уменьшено. Когда давление внутри камеры 116 уменьшается, выпускной клапан 118 будет закрыт, возвращая камеру 116 в герметичное состояние. При продолжении перемещения плунжера 114 в сторону от камеры 116 давление в ней будет продолжать падать и в итоге внутри камеры 116 будет достигнуто низкое или отрицательное давление.

Подобно действию выпускного клапана 118, описанному выше, уменьшение давления в итоге будет достаточным для возможности открывания впускного клапана 122. Открывание впускного клапана 122 обеспечивает возможность поступления текучей среды в камеру 116 из смежного с ним канала 124 для впуска текучей среды. Величина давления, требуемая для открывания впускного клапана 122, может быть определена впускным механизмом 126, например, пружиной, которая удерживает впускной клапан 122 в закрытом положении, пока в камере 116 не будет достигнуто требуемое низкое давление.

Как описано выше, возвратно-поступательное или циклическое перемещение плунжера 114 к камере 116 и от нее внутри насоса 102 регулирует давление в ней. Клапаны 118, 122 реагируют соответствующим образом, чтобы подавать текучую среду из камеры 116 через выпускной клапан 128 и в итоге из насоса 102 под высоким давлением. Выпущенную текучую среду затем заменяет текучая среда, находящаяся внутри впускного канала 124 текучей среды.

Следует отметить, что хотя на фиг.2 показан только один плунжер 114, в вариантах осуществления, в которых насосом 102 возвратно-поступательного действия является трехцилиндровый насос, каждый из трех плунжеров может иметь одну и ту же или

5 подобную конфигурацию и совершать работу согласно фиг.2.  
Как упомянуто выше, непрерывное циклическое перемещение плунжеров 114 в напорную часть 104 насоса 102 и из нее, и сопровождающие это колебания между положительным и отрицательным давлением, воспринимаемые внутренними

10 поверхностями напорной части 104, делают внутреннюю часть восприимчивой к разрушению.  
При этом в одном из вариантов осуществления настоящего изобретения внутреннюю поверхность 130 напорной части 104 выполняют из материала-основы 132, который в меньшей степени подвержен истиранию, коррозии, эрозии и/или усталости от воздействия влаги, чем типичные материалы напорной части,

15 например, из углеродистой стали. Материалы, которые наряду с другими подходящими материалами можно привести в качестве примера материала-основы 132, включают в себя инконель, инколой или нержавеющую сталь. Однако такие материалы-основы 132 часто имеют высокую стоимость. При этом в одном из вариантов осуществления внутреннюю поверхность 130 напорной части 104

20 выполняют из тонкого слоя материала-основы 132 и усиливают композитным материалом 134 для формирования наружной поверхности напорной части 104. Композитный материал 134 обеспечивает возможность выдерживания напорной частью 104 всех циклических напряжений, которые могут быть оказаны в течение

25 работы насоса 102, в котором используют напорную часть 104.  
В одном из вариантов осуществления конструкции композитный материал 134 состоит из волокон и матрицы. Волокна могут включать в себя, например, стекловолокна, углеродные волокна, волокна кевлара или какой-то другой продукт,

30 который мог бы придать механическую прочность материалу-основе 132 напорной части 104. Матрица может включать в себя эпоксидную смолу, полиэфирэфиркетон или другое подобное соединение, например, из тех, которые составляют то же самое семейство, что эпоксидная смола и полиэфирэфиркетон, то есть термопластичный материал.

35 Матрица или смола удерживает волокно композитного материала 134 в надлежащем месте на материале-основе 132 напорной части 104. Кроме того, матрица может повышать механическую прочность материала-основы 132 напорной части 104. Однако именно волокно главным образом обеспечивает повышение стойкости

40 материала-основы 132 напорной части 104 к воздействию напряжений. В одном из вариантов осуществления конструкции волокна, которые прочнее металла в одном направлении, располагают соответствующим образом для выдерживания циклической нагрузки напорной части 104.

45 Эта конфигурация не только повышает стойкость напорной части 104 к истиранию, коррозии, эрозии и/или к усталости от воздействия влаги, но и обеспечивает дополнительное преимущество, заключающееся в снижении общего веса напорной части 104 в тех вариантах конструкции, где композитный материал 134 весит меньше, чем углеродистая сталь и/или материал-основа.

50 В другом варианте внутренняя поверхность 130 напорной части 104 может состоять из углеродистой стали, которую усиливают композитным материалом 134 как для повышения общей стойкости напорной части 104 к воздействию напряжением, так и для снижения общего веса напорной части 104 по сравнению с типичными

напорными частями известного уровня техники, которые полностью состоят из углеродистой стали. В одном из вариантов внутренняя поверхность 130 напорной части 104 состоит либо из материала-основы 132, либо из углеродистой стали, при этом толщина материала приблизительно составляет  $1/4$  дюйма или  $1/2$  дюйма. Этот слой может быть толще, но с принятием при этом компромиссного решения, состоящего в том, что вес и стоимость напорной части 104 повышаются с повышением толщины внутренней поверхности 130 напорной части 104.

Может быть выполнена нагартовка напорной части 104, которая представляет собой процесс, часто обеспечиваемый применительно к напорным частям насосов возвратно-поступательного действия. Однако даже без нагартовки внедрение волокон композитного материала 134 для напорной части 104 позволит придать внутреннему участку напорной части 104 прочность на сжатие.

Следует отметить, что хотя выше описаны напорные части насосов возвратно-поступательного действия, описанный выше материал-основа 132 с усилением композитным материалом 134 может быть использован для любой части, в которой действует давление, либо для любой части, которую подвергают воздействию циклического давления, а также для частей, которые должны иметь малый вес.

На фиг.3А-3Е показан один из вариантов выполнения напорной части 304 согласно настоящему изобретению. На этих фигурах напорная часть 304 показана на разных стадиях сборки. В этом варианте используют тонкий слой материала-основы 332.

Например, может быть использован материал-основа с толщиной приблизительно  $1/4$  дюйма или  $1/2$  дюйма, либо с другой приемлемой толщиной. Материал-основу 332 формируют для получения какой-либо подходящей конфигурации для обеспечения вхождения плунжера, всасывающего клапана и выпускного клапана, требуемых для выполнения возвратно-поступательного действия возвратно-поступательного насоса.

Например, в представленном варианте, который показан на фиг.3А-3С, друг к другу приваривают три трубы, а затем выполняют гидроформование для придания общей геометрии согласно фиг.3С. В таком варианте выполнения плунжер может быть расположен в крайнем левом плече согласно фиг.3С, при этом всасывающий и выпускной клапаны могут быть расположены соответственно в самом нижнем и самом верхнем плечах согласно фиг.3С для обеспечения внешнего вида напорной части 104 согласно фиг.2.

Как показано на фиг.3D, при необходимости к напорной части 304 согласно фиг.3А-3С могут быть добавлены другие детали. Например, как показано на фиг.3D, могут быть добавлены части 350 с резьбовой нарезкой. Затем на наружную поверхность напорной части 304 может быть нанесен композитный материал 334, как показано на фиг.3Е. Например, композитный материал 334 может быть нанесен посредством процесса наматывания волокон, используя углеродные волокна и эпоксидную смолу, однако может быть использован любой подходящий применяемый способ и любая подходящая композиция с композитным материалом 334.

Хотя на фиг.3А-3Е показана напорная часть 304 с конкретной геометрией, напорные части, выполняемые согласно варианту осуществления настоящего изобретения, могут иметь любую приемлемую форму для удержания плунжера, а также всасывающего и выпускного клапанов, необходимых для возвратно-поступательного действия возвратно-поступательного насоса. Например, в одном из вариантов напорная часть фактически представляет собой прямую трубу. Кроме того, в некоторых вариантах напорную часть покрывают композитом, либо она получает композит иным образом, причем без гидроформования или деформации напорной

части.

Более того, напорная часть согласно любому из вариантов осуществления настоящего изобретения включает в себя встроенные измерительные средства, находящиеся внутри композитного материала 134, 334 для измерения распределения температур, распределения напряжений, электрической проводимости, рН и/или ускорения, наряду с другими соответствующими параметрами напорной части 104, 304 и/или находящейся в ней текучей среды. Эти измерительные средства могут составлять часть самого волокна или в ином случае будут добавлены в композитный материал 134, 334.

Представленное выше описание приведено со ссылками на предпочтительные в настоящее время варианты осуществления изобретения. Специалисты в данной области техники, которых касается это изобретение, смогут оценить, что без значительного отклонения от принципа и объема изобретения на практике могут быть выполнены варианты и изменения описанных конструкций и способов работы. Соответственно, приведенное выше описание следует рассматривать не как относящееся к точно описанной конструкции, показанной на прилагаемых чертежах, а как совместимое с приведенными далее пунктами формулы изобретения, являясь опорой для этих пунктов, которые представлены в самом полном и надлежащем объеме.

#### Формула изобретения

1. Напорная часть возвратно-поступательного насоса, содержащая камеру, плунжер, выполненный с возможностью совершения возвратно-поступательного перемещения в камере для создания давления в ней для втягивания текучей среды в камеру при низком давлении и выпуска текучей среды под высоким давлением, при этом напорная часть содержит внутреннюю поверхность, находящуюся в контакте с текучей средой, причем внутренняя поверхность содержит материал-основу, который усилен композитным материалом.

2. Напорная часть по п.1, в которой материал-основа обладает улучшенными свойствами, по меньшей мере, одним из сопротивления истиранию, коррозионной стойкости, эрозионной стойкости и сопротивления усталости при воздействии влаги.

3. Напорная часть по п.1, в которой материал-основа содержит один из инконеля, инколя и нержавеющей стали.

4. Напорная часть по п.1, в которой композитный материал расположен на наружной поверхности материала-основы.

5. Напорная часть по п.1, в которой композитный материал содержит волокно и матрицу.

6. Напорная часть по п.5, в которой волокно содержит одно из стекловолокна, углеродного волокна и волокна кевлара.

7. Напорная часть по п.5, в которой матрица содержит термопластичный материал.

8. Напорная часть по п.5, в которой матрица содержит одно из эпоксидной смолы и полиэфирэфиркетона.

9. Напорная часть по п.1, в которой композитный материал содержит, по меньшей мере, один из датчика давления, датчика температуры, датчика вибрации и датчика напряжений, заделанных в него.

10. Напорная часть возвратно-поступательного насоса, содержащая камеру; плунжер, выполненный с возможностью совершения возвратно-поступательного перемещения в камере для создания давления в ней для втягивания

текучей среды в камеру при низком давлении и выпуска текучей среды под высоким давлением, при этом напорная часть содержит внутреннюю поверхность, находящуюся в контакте с текучей средой, причем внутренняя поверхность содержит материал-основу, который усилен композитным материалом, при этом материал-  
5 основа обладает улучшенными свойствами, по меньшей мере, одним из сопротивления истиранию, коррозионной стойкости, эрозионной стойкости и стойкости к усталости при воздействии влаги, а композитный материал обладает улучшенными свойствами стойкости к напряжениям.

10 11. Напорная часть по п.10, в которой материал-основа содержит одно из инконеля, инколя и нержавеющей стали.

12. Напорная часть по п.11, в которой композитный материал расположен на наружной поверхности материала-основы.

15 13. Напорная часть по п.12, в которой композитный материал содержит волокно и матрицу.

14. Напорная часть по п.13, в которой волокно содержит одно из стекловолокна, углеродного волокна и волокна кевлара.

20 15. Напорная часть по п.14, в которой матрица содержит термопластичный материал.

16. Напорная часть по п.14, в которой матрица содержит одно из эпоксидной смолы и полиэфирэфиркетона.

25 17. Напорная часть по п.15, в которой композитный материал содержит, по меньшей мере, один из датчика давления, датчика температуры, датчика вибрации и датчика напряжений, заделанных в него.

30 18. Напорная часть возвратно-поступательного насоса, содержащая камеру, плунжер, выполненный с возможностью совершения возвратно-поступательного перемещения в камере для создания давления внутри нее для втягивания текучей среды в камеру при низком давлении и выпуска текучей среды при высоком давлении, при этом напорная часть содержит внутреннюю поверхность, находящуюся в контакте с текучей средой, причем внутренняя поверхность содержит углеродистую сталь, которая усилена композитным материалом для повышения стойкости углеродистой стали к напряжениям.

35 19. Напорная часть по п.18, в которой композитный материал содержит волокно и матрицу.

20. Напорная часть по п.19, в которой волокно содержит одно из стекловолокна, углеродистого волокна и волокна кевлара.

40 21. Напорная часть по п.20, в которой матрица содержит термопластичный материал.

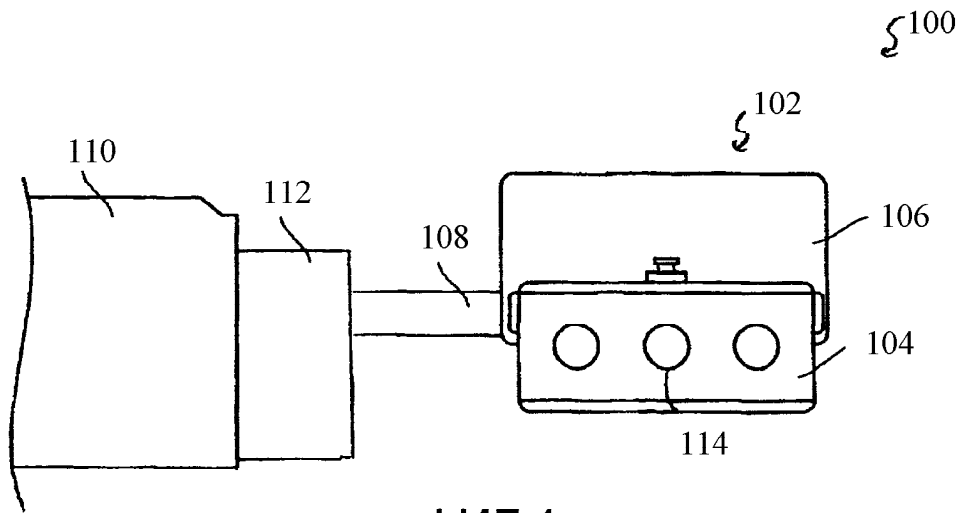
22. Напорная часть по п.20, в которой матрица содержит одно из эпоксидной смолы и полиэфирэфиркетона.

45 23. Напорная часть по п.21, в которой композитный материал содержит, по меньшей мере, один из датчика давления, датчика температуры, датчика вибрации и датчика напряжений, заделанных в него.

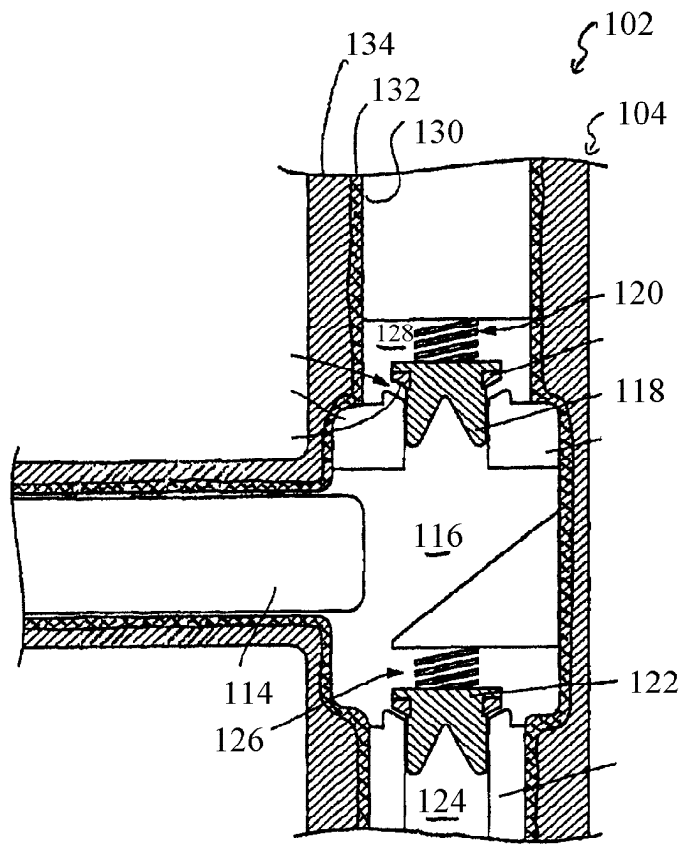
50 24. Способ выполнения операции в нефтяной скважине, при котором устанавливают насос в нефтяной скважине, приводят в действие насос для нагнетания текучей среды в нефтяную скважину, при этом насос содержит напорную часть по п.1.

25. Способ по п.24, при котором операция в нефтяной скважине представляет собой операцию гидравлического разрыва пласта, а текущая среда представляет собой текучую среду для разрыва пласта.

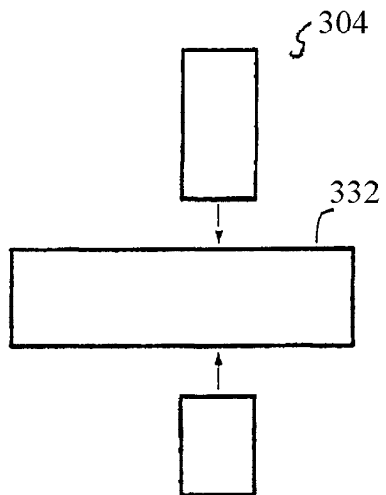




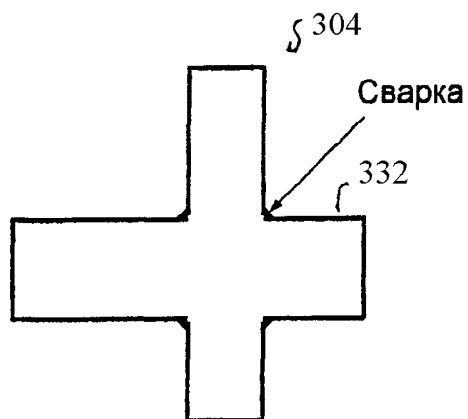
ФИГ.1



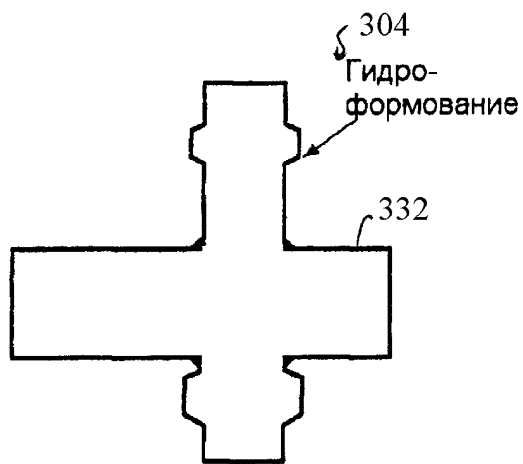
ФИГ.2



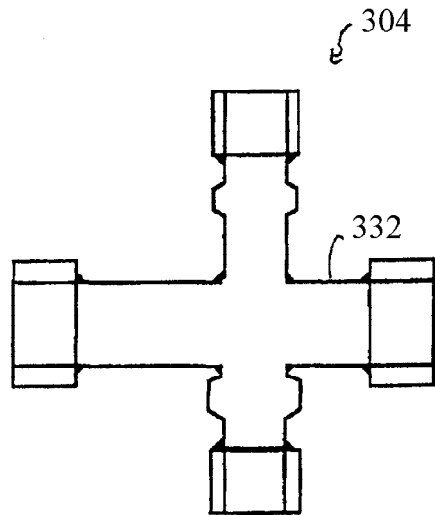
ФИГ.3А



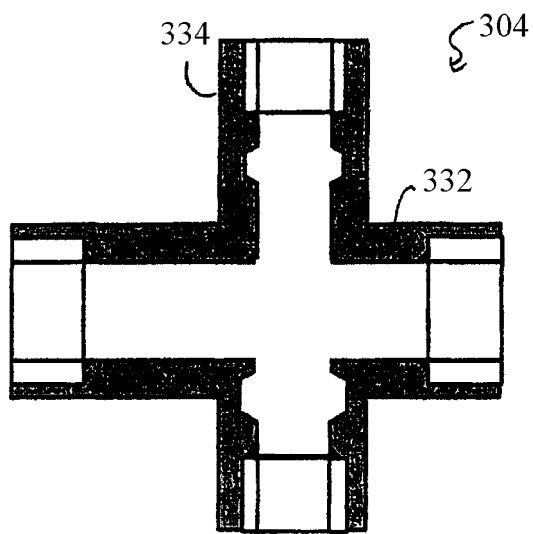
ФИГ.3В



ФИГ.3С



ФИГ.3D



ФИГ.3E