

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202290976 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.07.21

(51) Int. Cl. E21B 43/112 (2006.01)
E21B 43/11 (2006.01)
E21B 33/128 (2006.01)
E21B 29/10 (2006.01)
B21D 39/20 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.10.07

(54) ИНСТРУМЕНТ И СПОСОБ ЗАХВАТА, И/ИЛИ РАСШИРЕНИЯ, И/ИЛИ ПРОБИТИЯ
СТЕНКИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

(31) 20191257

(72) Изобретатель:
Берге Томас (NO)

(32) 2019.10.21

(33) NO

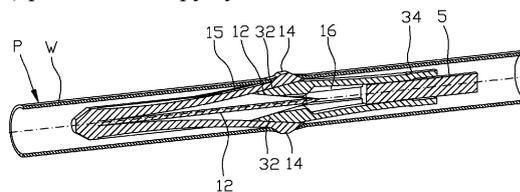
(74) Представитель:
Хмара М.В. (RU)

(86) PCT/NO2020/050245

(87) WO 2021/080434 2021.04.29

(71) Заявитель:
Е ХОЛЬСТАД ХОЛДИНГ АС (NO)

(57) Раскрыт инструмент (1) и способ захвата, и/или расширения, и/или пробития стенки (W) ствола (P) скважины, содержащий первую часть (10) инструмента и вторую часть (30) инструмента, расположенные с возможностью перемещения в осевом направлении относительно друг друга. Первая часть (10) инструмента содержит цельный клин (12), а вторая часть (30) инструмента содержит по меньшей мере одно клиновое звено (32), причем первая часть (10) инструмента дополнительно содержит по меньшей мере одну воздействующую часть (14), выполненную с возможностью радиального перемещения при контакте по меньшей мере с одним клиновым звеном (32) второй части (30) инструмента, при этом указанное по меньшей мере одно клиновое звено (32) выполнено с возможностью перемещения в осевом направлении вдоль цельного клина (12) с возможностью вытеснения радиально наружу и тем самым выталкивания по меньшей мере одной воздействующей части (14) радиально наружу.



A1

202290976

202290976

A1

ИНСТРУМЕНТ И СПОСОБ ЗАХВАТА И/ИЛИ РАСШИРЕНИЯ, И/ИЛИ ПРОБИТИЯ СТЕНКИ СТВОЛА СКВАЖИНЫ

Область техники, к которой относится изобретение

5 Настоящее изобретение относится к инструменту. В частности, изобретение относится к инструменту для захвата и/или расширения, и/или пробития стенки ствола скважины. Ствол скважины может быть ограничен, например, пластом в породе или трубой.

10 Предшествующий уровень техники

Предлагаемый инструмент может найти применение, в частности, в случае необходимости расширения или пробития трубы, выполненной из пластичного материала, т.е. материала с возможностью по существу локального изменения формы под действием инструмента. Предлагаемый инструмент также может найти
15 применение в качестве центратора, или для подвешивания инструмента в углублении или сужении, или для использования в качестве плашечного якоря в стволе скважины.

Нижеследующее описание относится к трубному инструменту для расширения или пробития стенки трубы в нефтегазодобывающей отрасли. При этом
20 инструмент может найти применение в любой отрасли, где может возникнуть потребность в расширении или пробитии стенки трубы.

В нефтегазодобывающей отрасли, эксплуатационная скважина, дальнейшее использование которой для добычи нецелесообразно, или та, что должны быть закрыта по каким-либо иным причинам, связанным со стволом скважины, должна
25 быть тампонирована для предотвращения постепенного перемещения нефтегазовых пластовых флюидов вверх по стволу и возможности загрязнения ими других пластов или водоносных пластов пресной воды. Процесс закрытия и вывода из эксплуатации эксплуатационной скважины известен как «тампонирование и ликвидация» (Тил). Скважину тампонируют путем установки механических или
30 цементных пробок в стволе скважины через определенные интервалы для предотвращения протекания текучих сред.

Целостность пробки обычно проверяют путем гидравлического испытания. Во многих случаях в результате гидравлического испытания выявляют просачивание нефти или газа за пробку. Просачивание за пробку, например, через пробку,
35 созданную из цемента или иного отверждаемого материала, может иметь несколько причин. При этом большинство распространенных причин обычно обусловлены

недостаточным заполнение кольцевого пространства между эксплуатационной колонной и окружающей трубой или стволом скважины и/или недостаточной адгезией тампонажного материала к примыкающим поверхностям, ограничивающим кольцевое пространство. Недостаточное заполнение обычно обусловлено

5 эксцентричным расположением эксплуатационной колонны относительно окружающей трубы или ствола скважины, препятствующим заполнению зазора материалом. Недостаточная адгезия обычно обусловлена наличием остаточных скважинных флюидов или отложений, препятствующих достаточному соприкосновению материала с окружающими поверхностями.

10 В публикации WO 2007/144719 раскрыт расширяемый скважинный инструмент для включения в состав бурильной колонны, например, в качестве расширителя или стабилизатора. Инструмент выполнен с возможностью регулирования для приведения соответственно в активный и неактивный режимы. Для механического приведения инструмента в активный режим, вниз по ходу

15 бурильной колонны могут быть запущены шар или группа шаров. В качестве альтернативы, шар или группа шаров могут быть запущены вниз по ходу бурильной колонны для входа в зацепление в месте посадки и приведения инструмента в активный режим под действием возросшего перепада давления. Инструмент может быть приведен в неактивный режим посредством гидравлического давления. В

20 одном варианте осуществления приведение инструмента в активный режим инициируют путем запуска поддающегося деформации активатора вниз по ходу бурильной колонны. Последующая деформация активатора для его прохождения в нисходящем направлении через место приема обеспечивает возможность автоматического возврата инструмента в неактивный режим.

25 В публикации EP2616625 раскрыт перфорационный инструмент для перфорирования обсадной трубы скважины и содержащая его рабочая колонна. Инструмент содержит по меньшей мере один подвижный режущий блок. Режущий блок перемещают посредством активирующего элемента, приводимого в действие множеством поршней, расположенных в напорных камерах.

30 В публикации US 1897985 раскрыт дроссель для нефтяных скважин, содержащий трубу с наружным диаметром меньше диаметра обсадной трубы скважины, множество плашек, расположенных по окружности трубы, коническую оправку, соединенную с возможностью скольжения с трубой и выполненную конической для перемещения плашек в направлении наружу с прижатием их к

35 обсадной трубе, средства на оправке для зацепления трубных ключей и средства,

приводимые в действие нисходящим перемещением оправки для разблокирования трубных ключей.

В публикациях RU 2612392, RU 2302515 и RU 2546695 раскрыты первая часть инструмента и вторая часть инструмента, при этом первая часть выполнена с
5 возможностью перемещения относительно второй части инструмента. Первая часть инструмента содержит клин, а вторая часть инструмента содержит воздействующую часть.

Управление расширяющим инструментом посредством бурильной колонны или рабочей колонны может иметь недостатки в части продолжительности, затрат и
10 управления работой. Кроме того, применение бурильной трубы или безмуфтовых длинномерных труб (БДТ) для промывки и последующего цементирования может в некоторых случаях иметь недостатки в части продолжительности, затрат и управления работой. Поэтому в отрасли существует тенденция к выполнению большей части работ «вне производственной линии», т.е. без применения
15 дорогостоящей буровой установки. Предпочтительной является любая операция, которая может быть выполнена с помощью троса. При этом, если буровая установка или БДТ уже смонтированы на объекте, может быть нецелесообразно монтировать и демонтировать талевое оборудование ради единственной операции. Поэтому предлагаемый инструмент также выполнен с возможностью спуска на бурильной
20 трубе или БДТ, даже если спуск инструмента на тросе обычно является предпочтительным.

В отрасли существует потребность в инструменте, выполненном с возможностью эксплуатации на тросе или, в качестве альтернативы, на БДТ или бурильной трубе. Также существует потребность в инструменте, выполненном с
25 возможностью проникновения в кольцевое пространство, окружающее эксплуатационную колонну, его промывки и/или цементирования.

Сущность изобретения

Задача настоящего изобретения состоит в полном или частичном
30 преодолении по меньшей мере одного из недостатков решений уровня техники или создании по меньшей мере приемлемой альтернативы прототипам.

Указанная задача решена посредством признаков, указанных ниже в описании и далее в формуле изобретения.

Изобретение охарактеризовано в независимом пункте формулы. В
35 зависимых пунктах формулы охарактеризованы предпочтительные варианты осуществления изобретения.

Согласно первому аспекту изобретения, предложен инструмент для захвата и/или расширения, и/или пробития стенки ствола скважины, содержащий первую часть инструмента и вторую часть инструмента, расположенные с возможностью перемещения в осевом направлении относительно друг друга, причем первая часть инструмента содержит цельный клин, а вторая часть инструмента содержит по меньшей мере одно клиновое звено;

- причем первая и вторая части инструмента выровнены так, что острие цельного клина обращено в сторону острия по меньшей мере одного клинового звена;

- причем первая часть инструмента также содержит по меньшей мере одну воздействующую часть, выполненную с возможностью радиального перемещения при контакте по меньшей мере с одним клиновым звеном второй части инструмента; и

- при этом указанное по меньшей мере одно клиновое звено выполнено с возможностью, когда инструмент приведен в действие и части инструмента прижаты друг к другу, перемещения в осевом направлении вдоль цельного клина с возможностью вытеснения радиально наружу и, тем самым, выталкивания по меньшей мере одной воздействующей части радиально наружу для захвата и/или расширения, и/или пробития стенки ствола скважины.

Понятие «воздействующая часть» означает часть для захвата, расширения и/или пробития стенки ствола.

Если инструмент выполнен с возможностью расширения и/или пробития ствола скважины, ствол скважины образован трубой.

При проталкивании частей инструмента друг к другу происходит вклинивание клинового звена между цельным клином и воздействующей частью.

При этом острие по меньшей мере одного клинового звена предпочтительно выполнено по форме двойного клина. Понятие «двойной клин» означает клин, содержащий две грани клина, причем одна из граней клина имеет уклон вверх относительно продольной оси клинового звена, при этом другая грань имеет уклон вниз относительно продольной оси клинового звена. Таким образом, в продольном сечении двойной клин может иметь стреловидную форму.

Обеспечиваемый за счет этого эффект состоит в том, что при прижатии частей инструмента друг к другу грань двойного клина, скользящая по цельному клину, сдвигает клиновое звено радиально наружу относительно продольной оси инструмента. Кроме того, грань двойного клина, упирающаяся в воздействующую часть, сдвигает воздействующую часть радиально наружу относительно продольной

оси инструмента. Тем самым достигается «тройной эффект» от радиального перемещения с сохранением целостности конструкции в осевом направлении в выдвинутом положении.

5 Указанный тройной эффект от радиального разворачивания обеспечивает преимущество, состоящее в том, что толщина инструмента может быть небольшой по сравнению с вмещающей его трубной колонной. Чем меньше толщина инструмента, тем более узкие участки в трубной колонне он может проходить.

10 В прототипе инструмента, острие воздействующей части, острие цельного клина и острие двойного клина клинового звена расположены по существу рядом друг с другом на центральной оси инструмента.

Воздействующая часть может быть соединена с первой частью инструмента посредством пальца.

15 Палец может представлять собой консольный палец, т.е. палец может консольно выступать из первой части инструмента. В одном варианте осуществления палец консольно выступает из концевого участка первой части инструмента, содержащей цельный клин. Консольный палец может быть выполнен упругим для обеспечения возможности втягивания воздействующей части при перемещении частей инструмента в осевом направлении друг от друга, т.е. при втягивании клинового звена. В альтернативном варианте осуществления палец, 20 соединяющий воздействующую часть с частью инструмента, содержащей цельный клин, может быть присоединен посредством шарнира, т.е. палец может быть шарнирно соединен с первой частью инструмента.

В одном варианте осуществления инструмент выполнен таким образом, что, когда инструмент находится в неактивном положении, палец расположен в 25 углублении, выполненном с возможностью вмещения или нахождения в нем пальца. Благодаря этому, палец не увеличивает наружный размер инструмента, когда инструмент находится в своем пассивном положении.

30 В предпочтительном варианте, когда инструмент находится в неактивном положении, радиальная протяженность или выступание воздействующей части по существу равна или меньше радиальной протяженности или выступления части инструмента, с которой она соединена, т.е. первой части инструмента. Благодаря этому, воздействующая часть не увеличивает или пренебрежимо мало увеличивает наружный размер инструмента, когда инструмент находится в своем пассивном положении.

35 В варианте осуществления, в котором ствол скважины представляет собой трубу, воздействующая часть выполнена с возможностью расширения стенки трубы,

когда инструмент находится в активном положении. Понятие «в активном положении» означает любое положение, в котором радиальная протяженность воздействующей части больше радиальной протяженности первой части инструмента. В таком варианте осуществления инструмент может быть использован для увеличения внутреннего диаметра трубы путем ее радиального расширения. В одном варианте осуществления инструмент может содержать множество пальцев, при этом воздействующие части и соответствующие клиновые звенья отстоят друг от друга по окружности части инструмента. Выполнение инструмента по меньшей мере с тремя воздействующими частями и клиновыми звеньями, расположенными по окружности границы инструмента, позволяет применять инструмент для центрирования первой трубы относительно буровой скважины или второй трубы, окружающей первую трубу, или для центрирования и перфорирования первой трубы относительно буровой скважины или второй трубы, окружающей первую трубу.

В одном варианте осуществления воздействующая часть может быть выполнена с возможностью расширения и перфорирования трубной колонны путем создания местного напряжения или точечной нагрузки, превышающей временное сопротивление материала трубы.

В варианте осуществления, в котором ствол скважины представляет собой трубу, воздействующая часть может быть выполнена с возможностью пробития стенки трубы. В таком варианте осуществления воздействующая часть может содержать выступ или пробивочное средство, пробивающее стенку трубы по существу без расширения стенки.

Палец может содержать две отстоящие друг от друга части пальца, образующие пространство для вмещения или нахождения в нем участка цельного клина первой части инструмента, когда инструмент находится в неактивном положении. Это может обеспечивать эффект, состоящий в возможности вмещения частями пальца участка цельного клина.

В варианте осуществления, в котором инструмент выполнен с возможностью захвата стенки ствола скважины, воздействующая часть может содержать зазубренную захватную поверхность.

В одном варианте осуществления, в котором воздействующая часть выполнена с возможностью пробития стенки трубы, воздействующая часть может содержать проем, связанный по текучей среде с каналом, выполненным с возможностью приема нагнетаемой текучей среды из источника нагнетаемой текучей среды. Нагнетаемая текучая среда может представлять собой, например, отверждаемую текучую среду, например, цемент или эпоксидный состав, или воду,

химикаты или промывочное средство. Таким образом, предлагаемый инструмент может быть использован для нагнетания текучей среды в кольцевое пространство между наружной стороной трубы, в которую был введен инструмент, и окружающим стволом скважины или второй трубой. Для инструмента, выполненного с
5 возможностью нагнетания текучей среды, может быть предпочтительно, но не обязательно, чтобы палец имел относительно большую площадь поперечного сечения для вмещения канала подачи текучей среды. В данном случае «цельный» палец предпочтительнее пальца, содержащего две части пальца, как раскрыто выше. Для вмещения такого цельного пальца, цельный клин может содержать
10 углубление, выполненное с возможностью вмещения или нахождения в нем указанного пальца, когда инструмент находится в неактивном положении.

Согласно второму аспекту изобретения, предложен способ захвата и/или расширения, и/или пробития стенки ствола скважины, включающий в себя этапы, на которых:

- 15 - обеспечивают инструмент по первому аспекту изобретения для использования в способе;
- соединяют инструмент с управляющим устройством, выполненным с возможностью управления инструментом;
- спускают инструмент в ствол скважины до требуемого места в стволе
20 скважины;
- приводят инструмент в активное состояние для захвата и/или расширения, и/или пробития стенки ствола скважины.

После того, как на стенку ствола скважины будет оказано воздействие воздействующей частью, способ может дополнительно включать в себя этап, на
25 котором приводят инструмент в неактивное состояние путем приведения инструмента в радиально пассивное или втянутое положение и перемещения инструмента. Инструмент может быть перемещен в новое место и приведен в активное состояние для воздействия на стенку ствола скважины или вытянут из ствола скважины.

30 Если ствол скважины представляет собой трубу в скважине, инструмент может быть снабжен воздействующей частью, т.е. частью для захвата, расширения и/или пробития стенки ствола скважины, содержащей проем, связанный по текучей среде с каналом, выполненным с возможностью приема нагнетаемой текучей среды из источника нагнетаемой текучей среды, при этом способ может дополнительно
35 включать в себя этап, на котором нагнетают указанную текучую среду в кольцевое

пространство, образованное между наружной стороной трубы и скважиной, окружающей трубу.

Перечень фигур

- 5 Ниже раскрыты примеры предпочтительных вариантов осуществления, проиллюстрированные на прилагаемых чертежах:
- Фиг. 1a изображает вид в аксонометрии предлагаемого трубного инструмента, причем инструмент находится в радиально пассивном или втянутом положении;
- 10 Фиг. 1b представляет общий вид для указания положения видов в продольном разрезе с Фиг. 1c и Фиг. 1d;
- Фиг. 1c изображает вид в продольном разрезе по линии А-А на Фиг. 1b;
- Фиг. 1d изображает вид со смещением от центра в продольном разрезе по линии В-В на Фиг. 1b;
- 15 Фиг. 1e изображает в увеличенном масштабе вид в поперечном разрезе по линии D-D на Фиг. 1c;
- Фиг. 1f изображает в увеличенном масштабе вид в поперечном разрезе по линии С-С на Фиг. 1c;
- Фиг. 1g изображает вид в аксонометрии первой части трубного инструмента с
- 20 Фиг. 1a;
- Фиг. 1h изображает вид в аксонометрии второй части трубного инструмента с Фиг. 1a;
- Фиг. 2a изображает в уменьшенном масштабе вид в аксонометрии инструмента с Фиг. 1c, расположенного в пределах участка трубы;
- 25 Фиг. 2b изображает в уменьшенном масштабе вид в аксонометрии инструмента с Фиг. 1d, расположенного в пределах участка трубы;
- Фиг. 3a изображает инструмент с Фиг. 1a в радиально активном или выдвинутом положении;
- Фиг. 3b изображает инструмент с Фиг. 2a в радиально выдвинутом положении
- 30 в пределах трубы, причем стенка трубы была пробита;
- Фиг. 3c изображает инструмент с Фиг. 2b в радиально выдвинутом положении в пределах трубы, причем стенка трубы была пробита;
- Фиг. 3d изображает в увеличенном масштабе фрагмент Фиг. 3a;
- Фиг. 4a изображает альтернативный вариант осуществления инструмента с
- 35 Фиг. 1a;

Фиг. 4b изображает инструмент с Фиг. 4a с несколько другого угла обзора и повернутым на несколько градусов вокруг его продольной оси;

Фиг. 4c представляет общий вид, указывающий положение видов в продольном разрезе с Фиг. 4d-4f;

5 Фиг. 4d изображает вид в разрезе по линии E-E на Фиг. 4c;

Фиг. 4e изображает вид в разрезе по линии F-F на Фиг. 4c;

Фиг. 4f изображает вид в разрезе по линии G-G на Фиг. 4c;

Фиг. 4g изображает в увеличенном масштабе вид в поперечном разрезе по линии H-H на Фиг. 4d;

10 Фиг. 4h изображает в увеличенном масштабе вид в поперечном разрезе по линии I-I на Фиг. 4d;

Фиг. 4i изображает в увеличенном масштабе вид в поперечном разрезе по линии J-J на Фиг. 4d;

15 Фиг. 5a изображает вид в аксонометрии инструмента с Фиг. 4d, расположенного в пределах участка трубы;

Фиг. 5b изображает вид в аксонометрии инструмента с Фиг. 4e, расположенного в пределах участка трубы;

Фиг. 6a изображает инструмент с Фиг. 4a в радиально выдвинутом положении;

20 Фиг. 6b представляет общий вид в поперечном разрезе в уменьшенном масштабе с указанием положения видов в продольном разрезе с Фиг. 6c-6e, изображающих инструмент в пределах трубы;

Фиг. 6c изображает вид в разрезе по линии K-K на Фиг. 6b;

Фиг. 6d изображает вид в разрезе по линии L-L на Фиг. 6b;

25 Фиг. 6e изображает вид в разрезе по линии M-M на Фиг. 6b;

Фиг. 6f изображает в увеличенном масштабе вид в поперечном разрезе по линии N-N на Фиг. 6c;

Фиг. 6g изображает в увеличенном масштабе вид в поперечном разрезе по линии O-O на Фиг. 6c;

30 Фиг. 6h изображает в увеличенном масштабе вид в поперечном разрезе по линии P-P на Фиг. 6c;

Фиг. 7a изображает вид в аксонометрии инструмента с Фиг. 6c;

Фиг. 7b изображает вид в аксонометрии инструмента с Фиг. 6d;

35 Фиг. 8a изображает альтернативный вариант осуществления инструмента с Фиг. 3a;

Фиг. 8b изображает вид в продольном разрезе инструмента с Фиг. 8а, причем инструмент расположен в пределах участка трубы; и

Фиг. 9 изображает вид в продольном разрезе инструмента, выполненного с гидравлическим поршнем, причем инструмент расположен в пределах участка
5 трубы.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Положения, например, «слева» и «справа», «наружу» и «внутри», представляют собой положения на фигурах.

10 Одни и те же или соответствующие элементы на фигурах обозначены одними и теми же номерами позиций. Некоторые элементы могут не быть обозначены номерами позиций для большей ясности.

Специалисту в данной области техники будет понятно, что фигуры являются не более чем принципиальными чертежами. Пропорции отдельных элементов
15 относительно друг друга также могут быть сильно искажены.

Номером позиции 1 на фигурах обозначен предлагаемый трубный инструмент.

Трубный инструмент 1 содержит две части инструмента: первую часть 10 инструмента и вторую часть 30 инструмента, для наглядности изображенные по
20 отдельности на Фиг. 1g и 1h, соответственно.

Первая часть 10 инструмента на Фиг.1g содержит первый концевой участок 2 и второй концевой участок 3. Второй концевой участок 3 содержит тягу 5. Тяга 5 соединена с первым концевым участком 3 корпусными рычагами 16. Во время
25 работы инструмента 1, тяга 5 служит для передачи усилия от привода, приводимого в действия из удаленного места, например, с установки на поверхности.

Вторая часть 30 инструмента на Фиг.1h содержит упругие клиновые звенья 32, консольно выступающие из муфты 34. В изображенном варианте осуществления клиновые звенья 32 входят в состав составного клина. Клиновые звенья 32 поджаты в сторону пассивного или радиально втянутого положения. В альтернативном
30 варианте осуществления (не показан) клиновое звено может быть шарнирно соединено с муфтой 34 второй части 30 инструмента. При этом консольное клиновое звено 32 является предпочтительным, так как оно обычно поджато в сторону пассивного или радиально втянутого положения, когда первая часть 10 и вторая часть 30 инструмента перемещены в осевом направлении друг от друга. В
35 варианте осуществления, в котором консольное клиновое звено выполнено из

материала, отличного от материала муфты 34, этот материал может быть выбран так, чтобы обеспечить требуемый эффект смещения.

На всех фигурах, кроме 1g и 1h, инструмент 1 изображен в собранном виде. По меньшей мере участок тяги 5 размещен в пределах второй части 30 инструмента, а корпусные рычаги 16 первой части 10 инструмента перекрещены с клиновыми звеньями 32 второй части 30 инструмента. Первая часть 10 инструмента и вторая часть 30 инструмента расположены с возможностью перемещения в осевом направлении относительно друг друга.

Первая часть 10 инструмента содержит цельный клин 12, направленный в сторону острия клиновых звеньев 32, входящих в состав составного клина.

Воздействующая часть 14 соединена с первой частью 10 инструмента с возможностью радиального перемещения клиновым звеном 32 второй части 30 инструмента. Клиновое звено 32 расположено с возможностью вытеснения радиально наружу цельным клином 12 при прижатии частей 10, 30 инструмента в осевом направлении друг к другу. Клиновое звено 32 выполнено с возможностью, за счет такого относительного перемещения частей 10, 30 инструмента, выталкивания или сдвигания воздействующей части 14 радиально наружу к стенке W трубы P для расширения или пробития стенки трубы P, как показано, например, на Фиг. 3b.

В изображенных вариантах осуществления каждая воздействующая часть 14 соединена с первой частью 10 инструмента посредством пальца 15, консольно выступающего из первого участка 2.

Фиг. 1a - 2b изображают один вариант осуществления предлагаемого инструмента 1, причем инструмент 1 находится в пассивном положении, в котором воздействующие части 14 (четыре на Фиг. 1f) находятся в радиально втянутом или пассивном положении.

В данном пассивном положении, воздействующие части 14 содержат радиальную периферийную или наружную поверхность, по существу идентичную периферийной поверхности цельного клина 12 и периферийной поверхности корпусного рычага 16, соединяющего первый концевой участок 2 со вторым концевым участком 3 первой части 10 инструмента. Поэтому можно считать, что воздействующие части 14 «размещены» в пределах участка первой части 10 инструмента, когда инструмент 1 находится в своем пассивном положении. Это может обеспечивать эффект, состоящий в возможности проскальзывания воздействующих частей 14 за любое препятствие или сужение, если первая часть 10 инструмента и вторая часть 30 инструмента смогут проскользнуть за такое сужение.

На виде в аксонометрии на Фиг. 1а палец 15, соединяющий воздействующую часть 14 с первой частью 10 инструмента, как сказано выше, консольно выступает из первого концевой участка 2 первой части 10 инструмента. Консольный палец 15 может быть сформирован из того же массива материала, что и корпусной рычаг 16, но обычно сформирован из отдельного массива материала, механически соединенного с первым концевым участком 2. В альтернативном варианте осуществления (не показан) палец 15 может быть шарнирно соединен с первым концевым участком 2 первой части 10 инструмента. При этом консольный палец 15 является предпочтительным, поскольку такой палец обычно поджат в сторону его пассивного или радиально втянутого положения, когда первая часть 10 инструмента и вторая часть 30 перемещены в осевом направлении друг от друга. В варианте осуществления, в котором консольный палец 15 выполнен из материала, отличного от материала корпусного рычага 16, этот материал может быть выбран так, чтобы обеспечить требуемый эффект смещения.

В одном варианте осуществления (не показан) палец 15 и клиновые звенья 32 выполнены с направляющими средствами, например, со шпоночными пазами, для обеспечения механического радиального втягивания пальца 15 и клинового звена 32 при перемещении первой части 10 инструмента и второй части 30 инструмента в осевом направлении друг от друга.

Виды в продольном разрезе на Фиг. 1с и 2b изображают концевой участок клиновых звеньев 32 (показаны два) расположенным с зазором над острием цельного клина 12 и острием каждого из клиновых звеньев 32, введенных между цельным клином 12 и участком воздействующей части 14. Таким образом, в данном исходном положении клиновые звенья 32 расположены правильно относительно цельного клина 12 и воздействующей части 14 для облегчения перемещения инструмента 1 в сторону его активного положения, как показано, например, на Фиг. 3а.

Вид со смещением от центра в продольном разрезе на Фиг. 1d и 2b и вид в поперечном разрезе на Фиг. 1e изображают вариант осуществления, в котором палец 15, несущий воздействующую часть 14, содержит две параллельные отстоящие друг от друга части 15', 15'' пальца. Фрагменты частей 15' и 15'' пальца изображены на Фиг. 3d.

Одна из целей такого расположения пальца состоит в том, чтобы палец 15 не увеличивал диаметр инструмента, когда инструмент 1 находится в своем втянутом или пассивном положении. Эта цель достигается за счет наличия углублений между корпусным рычагом 16 и цельным клином 12, выполненных с возможностью

вмещения частей 15' и 15" пальца. Таким образом, палец 15 находится по обе стороны участка цельного клина 12, что лучше всего видно на Фиг. 1е.

Другая цель такого расположения пальца состоит в создании общего цельного клина с возможностью восприятия противодействующих сил от
5 противоположных пальцев 15.

На Фиг. 3а пальцы 15 и воздействующие части 14 были сдвинуты радиально наружу в результате принудительного перемещения первой части 10 инструмента и второй части 30 инструмента, которые были сдвинуты в осевом направлении друг к другу. Это достигается за счет сдвигания тяги 5 и, тем самым, всей первой части 10
10 инструмента, относительно второй части 30 инструмента. Данное перемещение первой части 10 инструмента и второй части 30 инструмента относительно друг друга инициируют посредством внешнего исполнительного механизма, выполненного с возможностью удержания второй части 30 инструмента с
15 одновременным входом в зацепление с тягой 5 первой части 10 инструмента и перемещением ее. В изображенном варианте осуществления на Фиг. 3а первая часть 10 инструмента была перемещена вправо относительно второй части 30 инструмента. Следует отметить, что инструмент 1 выполнен с возможностью применения с доступным в продаже внешним исполнительным механизмом. Один такой исполнительный механизм изображен на Фиг. 8а и 8b, а привод другого типа
20 изображен на Фиг. 9.

Фиг. 3b и 3с изображают инструмент 1 после пробития воздействующими частями 14 стенки W трубы P.

Воздействующие части 14 на Фиг. 1а -1d, 1f - 3d изображены с относительно небольшой и плоской обращенной наружу поверхностью. Применение такой
25 конфигурации воздействующей части 14 обычно возможно в случае, когда инструмент 1 предназначен для расширения и пробития участка стенки W трубы. При этом, если воздействующая часть 14 предназначена только для расширения стенки трубы, например, для центрирования трубы P в пределах внешней трубы или ствола скважины (ни один из них не показан), обращенная наружу поверхность
30 воздействующей части 14 обычно выполнена больше по размеру, и/или число воздействующих частей 14 и относящихся к ним пальцев 15, клиновых звеньев 32 будет больше во избежание возникновения местных напряжений, превышающих разрывную прочность материала трубы.

Устройство 1 может содержать менее четырех воздействующих частей 14,
35 т.е. одну, две или три, или более четырех воздействующих частей 14.

Фиг. 4а - 7b изображают альтернативный вариант осуществления предлагаемого инструмента 1, в котором инструмент 1 выполнен с возможностью пробития стенки W трубы Р и нагнетания текучей среды через стенку трубы Р посредством воздействующей части 14. Текучая среда может представлять собой, например, очищающую текучую среду для очистки поверхностей в кольцевом пространстве, ограниченном наружной стороной трубы Р и другой трубой или буровой скважиной, окружающей трубу Р, или отверждаемый тампонажный материал для тампонирувания кольцевого пространства.

В данном альтернативном варианте осуществления функциональное назначение цельного клина 12 и клинового звена 32 является, в принципе, тем же, что и в случае инструмента на Фиг. 1а - 3с. При этом в альтернативном варианте осуществления показаны только два пальца 15 и, соответственно, только две воздействующие части 14. Несмотря на то, что на Фиг. 4а - 7b показаны только два пальца 15 и две воздействующие части 14, следует отметить, что, в качестве альтернативы, инструмент 1 может содержать более двух пальцев 15 и воздействующих частей 14 или только одну воздействующую часть 14, выполненную с возможностью нагнетания текучей среды, как раскрыто выше. Другой вариант осуществления может содержать комбинацию по меньшей мере одной воздействующей части для нагнетания текучей среды и по меньшей мере одной воздействующей части 14 того типа, что изображен на Фиг. 1а - 1d, 1f - 3d.

Каждая воздействующая часть 14 на Фиг. 4а - 7b содержит выступ в виде шипа или утолщения. Каждое утолщение 14 (и, соответственно, каждая воздействующая часть) содержит проем 140 или канал, связанный по текучей среде с каналом 142, выполненным с возможностью приема нагнетаемой текучей среды из источника нагнетаемой текучей среды.

Как видно из Фиг. 4d, 5а и 6с, каждый канал 142 проходит в пределах пальца 15 от проема 140 в утолщении 14 до распределительной емкости 144.

Распределительная емкость 144 на Фиг. 4f и 6е связана по текучей среде с каналом 146 подачи текучей среды, проходящим через корпусной рычаг 16 (см. Фиг. 4g - 4i и 6f - 6h) с образованием осевой связи между первым концевым участком 2 и вторым концевым участком 3 первой части 10 инструмента. Канал 146 подачи текучей среды выполнен с возможностью приема текучей среды из источника напорной текучей среды (не показан), который может быть расположен на поверхности, например, на поверхностной установке (не показана). Подача текучей среды с поверхности к инструменту 1 обычно происходит по БДТ или бурильной трубы. В качестве альтернативы подаче текучей среды с поверхности, подача

текучей среды может происходить из внутрискважинной емкости текучей среды, например, бака (не показан), соединенного с инструментом 1, с помощью управляемой с поверхности системы перекачки. Внутрискважинная система подачи текучей среды, содержащая бак и насос указанного типа, имеется в продаже.

5 На Фиг. 4а - 5b инструмент 1 находится в пассивном или втянутом положении. На Фиг. 6а - 7b инструмент 1 находится в активном или выдвинутом положении. Фиг. 6b - 6d, 6f и 7а - 7b изображают воздействующую часть или утолщение 14 для пробития стенки W трубы P. В изображенном варианте осуществления утолщение 14 обеспечивает достаточное уплотнение относительно
10 стенки W.

В изображенном варианте осуществления на Фиг. 4а - 7b, в котором воздействующая часть или утолщение 14 выполнено с возможностью передачи текучей среды, каждый палец 15 представляет собой «цельный» палец, а не палец, содержащий две части 15', 15" пальца, речь о которых шла выше. За счет площади
15 своего поперечного сечения, цельный палец 15 лучше подходит для вмещения канала 142 текучей среды, чем палец, содержащий две части 15', 15" пальца и имеющий меньшую площадь поперечного сечения. Для размещения такого цельного пальца 15, цельный клин 12 содержит углубления 13, выполненные с
20 возможностью размещения в них пальцев 15, когда инструмент 1 находится в неактивном положении, как показано на Фиг. 4а - 5с.

Углубления 13 в цельном клине 12 наиболее наглядно представлены на Фиг. 4f, 6f и 6g. Ширина углубления 13 больше ширины цельного клина 12 для обеспечения возможности размещения пальца 15 в углублении 13, когда
25 инструмент 1 находится в своем пассивном положении, но меньше ширины клинового звена 32 для обеспечения возможности сдвигания клинового звена 32 радиально наружу цельным клином при прижатии частей 10, 30 инструмента друг к другу.

Фиг. 8а и 8b изображают вариант осуществления инструмента 1, в котором вторая часть 30 инструмента вмещает средство 6 привода тяги. Средство 6 привода
30 тяги (см. Фиг. 8b) содержит гребень 7 с наружной частью, расположенной в соответствующем углублении во внутренней стенке муфты 34 второй части 30 инструмента. Таким образом, средство 6 привода тяги выполнено с возможностью вращения, но без возможности перемещения в осевом направлении относительно муфты 34. Часть средства 6 привода тяги находится в резьбовом зацеплении с
35 резьбовым отверстием 8 в части тяги 5, при этом тяга 5 выполнена с возможностью перемещения в осевом направлении, но без возможности вращения относительно

муфты 34 из-за наличия шлицев 38, как показано на Фиг. 8b. Концевой участок муфты 34 содержит шейку 35, жестко прикрепленную к нему. Шейка 35, прикрепленная к муфте 34, конструктивно выполнена с возможностью соединения с манипулятором (не показан), выполненным с возможностью входа в зацепление с поворотным концевым участком 36 средства 6 привода. Таким образом, когда манипулятор войдет в зацепление с возможностью вращения средства 6 привода тяги, произойдет перемещение тяги 5 в осевом направлении. Вторая часть 30 инструмента, соединенная с манипулятором, остается неподвижной, при этом происходит перемещение первой части 10 инструмента в осевом направлении относительно второй части 30 инструмента. Направление перемещения в осевом направлении регулируют путем регулирования направления вращения манипулятора. Примеры манипуляторов, подходящих для управления предлагаемым инструментом 1, раскрыты в публикациях EP 3049610 и US 10,364,639.

Одно из преимуществ средства 6 привода тяги, выполненного с возможностью управления посредством поворотного манипулятора, состоит в возможности получения оператором в режиме реального времени точной информации или данных обратной связи о радиальном положении воздействующей части 14. Шаг резьбы резьбового соединения между средством 6 привода тяги и резьбовым отверстием 8 тяги 5 и углы уклона клинов 12, 32, выполненных с возможностью упирания друг в друга и в воздействующую часть 14, известны для каждого инструмента. Наличие в манипуляторе и/или средстве 6 привода тяги счетного устройства, выполненного с возможностью подсчета числа оборотов, позволяет вычислять положение воздействующих частей 14, обычно с помощью компьютера, получающего вводные данные от указанного счетного устройства, как будет понятно специалисту в данной области техники.

В альтернативном варианте осуществления на Фиг. 9 осевое перемещение тяги 5 может осуществлять управляемый гидравлический поршень 40, размещенный в виде приставного элемента к муфте 34. Гидравлический поршень 40 содержит множество кольцевых поршневых камер 42, связанных по текучей среде с кольцевым каналом 44 связи по текучей среде. В одном варианте осуществления канал 44 связи по текучей среде может быть связан по текучей среде с магистралью текучей среды, проходящей в удаленное место, например, в буровую установку. В качестве альтернативы, канал текучей среды может быть связан по текучей среде с баком и системой перекачки, размещенными вблизи инструмента 1.

В еще одном варианте осуществления (не показан) осевое перемещение тяги 5 может быть обеспечено за счет так называемого «хода бурильной трубы» или «хода БДТ» (не показаны).

Инструмент 1 на Фиг. 1a - 3d предпочтительно эксплуатируют на тросе. В качестве альтернативы, его можно эксплуатировать на бурильной трубе или БДТ, как сказано в предыдущем абзаце, или посредством манипулятора, раскрытого в документе EP 3049610, причем манипулятор соединен с концевым участком БДТ или бурильной трубы.

Инструмент 1 на Фиг. 4a - 7b можно эксплуатировать на тросе, бурильной трубе или БДТ для пробития стенки W трубы. Если инструмент 1 функционально связан, например, с баком для вмещения нагнетаемой текучей среды и насосом для создания потока текучей среды из бака к инструменту 1, инструмент 1 можно эксплуатировать только на тросе. При этом, если для какой-либо конкретной операции необходимы большие объемы нагнетаемой текучей среды, текучую среду следует подавать с поверхности. В подобном случае выполняют по меньшей мере этап, на котором осуществляют нагнетание текучей среды с применением БДТ или бурильной трубы. То есть, в подобном случае, инструмент 1 можно сначала эксплуатировать на тросе для пробития стенки W трубы, после чего трос извлекают и заменяют указанными БДТ или бурильной трубой. В качестве альтернативы, инструмент 1 эксплуатируют на БДТ или бурильной трубе и для пробития стенки трубы, и для нагнетания текучей среды.

Инструмент 1 на Фиг. 8a и 8b предпочтительно эксплуатируют на тросе. При этом, в качестве альтернативы, его можно эксплуатировать на БДТ или бурильной трубе, причем БДТ функционально связана с роторным электрическим или гидравлическим мотором, выполненным с возможностью входа в зацепление с шейкой 35 и поворотным концевым участком 36 средства 6 привода.

Инструмент 1 на Фиг.9 можно эксплуатировать на тросе, БДТ или бурильной трубе. Если инструмент 1 функционально связан, например, с баком для вмещения текучей среды гидравлической системы для приведения в действие гидравлического поршня 40 и насосом для создания потока текучей среды к гидравлическому поршню 40 и от него, инструмент 1 можно эксплуатировать только на тросе. В качестве альтернативы, инструмент 1 можно эксплуатировать на БДТ или бурильной трубе, выполненной с возможностью управления гидравлическим поршнем 40.

Следует отметить, что гидравлический поршень также может служить для приведения в действие инструмента, содержащего воздействующую часть 14, как

показано на Фиг. 4а - 7b, выполненную с возможностью нагнетания текучей среды в кольцевое пространство на наружной стороне трубы Р, при этом такой инструмент можно эксплуатировать так же, как раскрыто выше на примерах Фиг. 4а - 7b.

5 В любой из различных конфигураций, речь о которых шла выше, угол уклона клиновых участков цельного клина 12 и клинового звена 35 относительно продольной оси инструмента 1 зависит от конкретных потребностей.

Например, в случае потребности в создании инструмента 1 с небольшим аксиальным перемещением тяги 5 и, соответственно, небольшим аксиальным перемещением первой части 10 инструмента и второй части 30 инструмента
10 относительно друг друга, угол уклона относительно продольной оси инструмента 1 может составлять, например, до 60° включительно. При таком угле уклона нужно значительное усилие для расширения или пробития стенки W трубы Р. При этом, если воздействующие части 14 предназначены для центрирования инструмента 1 в пределах трубы Р и/или для подвешивания инструмента 1 в углублении или
15 сужении, отсутствует необходимость в значительном усилии. В данном варианте применения инструмента 1 может быть желателен большой угол уклона клиновых участков.

Если основная цель применения инструмента 1 состоит в расширении или пробитии стенки W трубы Р, как показано на фигурах, указанный угол уклона
20 клиновых участков цельного клина 12 и клинового звена 32 предпочтительно является относительно небольшим. В одном варианте осуществления указанный угол уклона относительно продольной оси инструмента 1 может быть небольшим и составлять, например, 5-6°. Одним из результатов такого варианта осуществления является значительное осевое перемещение тяги 5 и, соответственно,
25 значительное осевое перемещение первой части 10 инструмента и второй части 30 инструмента относительно друг друга. Значительное перемещение обеспечивает «передачу» вращательных или осевых усилий, прилагаемых к тяге 5.

Желательно обеспечить дополнительные углы уклона участка цельного клина 12 и грани клинового звена 32, выполненных с возможностью упирания друг в
30 друга. При этом угол уклона грани двойного клина, предназначенной для упирания в клиновой участок цельного клина 12, может быть отличен от угла уклона грани двойного клина, предназначенной для сдвигания воздействующей части 14 радиально наружу. Когда палец 15 с воздействующей частью 14 находится вблизи своего радиально самого дальнего положения в направлении наружу, указанная
35 грань участка клинового звена 32, выполненная с возможностью сдвигания воздействующей части 14 радиально наружу, предпочтительно расположена

параллельно участку пальца 15 с поверхностью примыкания. Это нужно для того, чтобы по меньшей мере уменьшить изгибающий момент на концевом участке пальца 15, содержащем воздействующую часть 14, когда воздействующая часть 14 упирается во внутреннюю поверхность трубы Р.

5 Из того, что раскрыто в настоящей заявке, можно понять, что предлагаемый инструмент 1 может иметь широкий рабочий диапазон, учитывая то, что радиальная протяженность воздействующей части 14 может быть значительной по сравнению с радиусом инструмента 1. Кроме того, инструмент 1 является надежным, так как он, в принципе, содержит только две части, выполненные с возможностью перемещения
10 в осевом направлении относительно друг друга, при этом одна или несколько воздействующих частей 14 приходят в активное или неактивное состояние в результате скольжения клиньев относительно друг друга.

Следует отметить, что раскрытые выше варианты осуществления иллюстрируют изобретение, но не ограничивают его, при этом специалисты в
15 данной области техники смогут разработать множество альтернативных вариантов осуществления без отступления от объема прилагаемой формулы изобретения. Обозначения позиций в круглых скобках в формуле изобретения не следует понимать как ограничивающие соответствующий пункт формулы. Использование глагола «содержать» и его форм не исключает наличия элементов или этапов, не
20 указанных в пункте формулы изобретения. Употребление элемента в единственном числе не исключает наличия множества таких элементов.

Указание каких-либо определенных параметров в отличных друг от друга зависимых пунктах формулы изобретения не означает, что комбинация таких параметров не может быть использована для достижения преимущества.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Инструмент (1) для захвата и/или расширения, и/или пробития стенки (W) ствола (P) скважины, содержащий первую часть (10) инструмента и вторую часть (30) инструмента, расположенные с возможностью перемещения в осевом направлении относительно друг друга, отличающийся тем, что первая часть (10) инструмента содержит цельный клин (12), а вторая часть (30) инструмента содержит по меньшей мере одно клиновое звено (32);

- причем первая и вторая части (10, 30) инструмента выровнены так, что острие цельного клина (12) обращено в сторону острия по меньшей мере одного клинового звена (32);

- причем первая часть (10) инструмента также содержит по меньшей мере одну воздействующую часть (14), выполненную с возможностью радиального перемещения при контакте по меньшей мере с одним клиновым звеном (32) второй части (30) инструмента; и

- при этом указанное по меньшей мере одно клиновое звено (32) выполнено с возможностью, когда инструмент (1) приведен в активное состояние, а части (10, 30) инструмента прижаты друг к другу, перемещения в осевом направлении вдоль цельного клина (12) с возможностью вытеснения радиально наружу и, тем самым, выталкивания по меньшей мере одной воздействующей части (14) радиально наружу для захвата и/или расширения, и/или пробития стенки (W) ствола (P) скважины.

2. Инструмент (1) по п. 1, в котором острие по меньшей мере одного клинового звена (32) выполнено по форме двойного клина.

3. Инструмент (1) по п. 1 или 2, в котором палец (15) соединяет воздействующую часть (14) с первой частью (10) инструмента.

4. Инструмент (1) по п. 3, в котором палец (15) консольно выступает из первой части (10) инструмента.

5. Инструмент (1) по п. 3, в котором палец (15) шарнирно соединен с первой частью (10) инструмента.

6. Инструмент (1) по любому из п.п. 3 - 5, в котором, когда инструмент (1) находится в неактивном положении, палец (15) расположен в углублении, выполненном с возможностью вмещения пальца (15).

5 7. Инструмент (1) по любому из предыдущих пунктов, в котором, когда инструмент (1) находится в неактивном положении, радиальная протяженность воздействующей части (14) равна или меньше радиальной протяженности первой части (10) инструмента.

10 8. Инструмент (1) по любому из предыдущих пунктов, в котором ствол скважины представляет собой трубу (P);
- причем воздействующая часть (14) выполнена с возможностью, когда инструмент (1) находится в активном положении, расширения стенки (W) трубы (P).

15 9. Инструмент (1) по любому из предыдущих пунктов, в котором ствол скважины представляет собой трубу (P);
- причем воздействующая часть (14) выполнена с возможностью пробития стенки (W) трубы (P).

20 10. Инструмент (1) по п. 6, в котором палец (15) содержит две отстоящие друг от друга части (15', 15'') пальца, образующие пространство для вмещения участка цельного клина (12) первой части (10) инструмента, когда инструмент (1) находится в неактивном положении.

25 11. Инструмент (1) по п. 9, в котором воздействующая часть (14) содержит проем (140), связанный по текучей среде с каналом (142), выполненным с возможностью приема нагнетаемой текучей среды из источника нагнетаемой текучей среды.

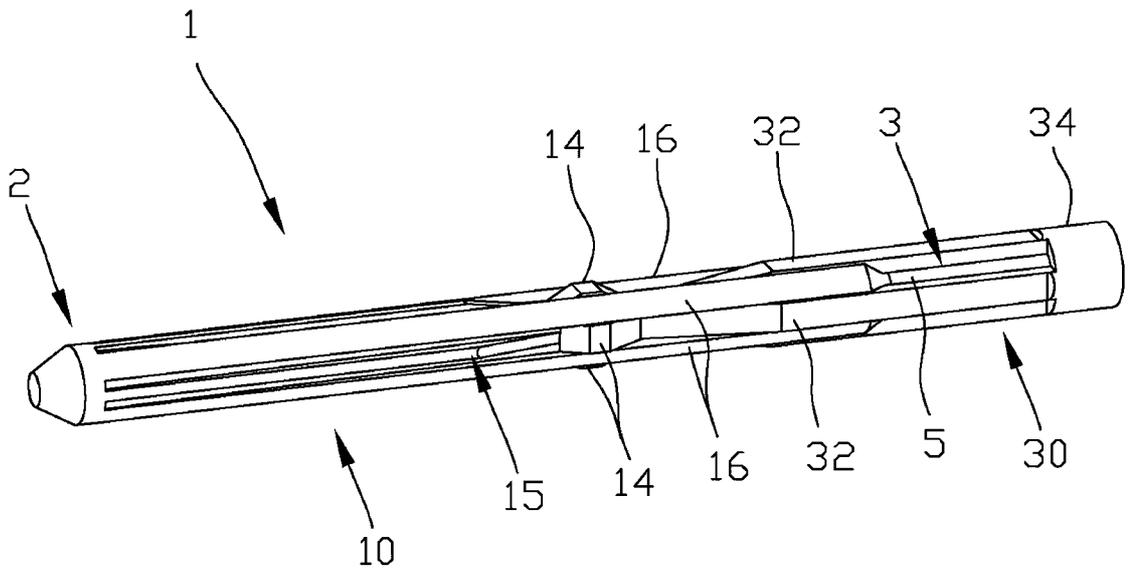
30 12. Инструмент (1) по п. 11, в котором цельный клин (12) содержит углубление (13), выполненное с возможностью вмещения пальца (15), когда инструмент (1) находится в неактивном положении.

35 13. Способ захвата и/или расширения, и/или пробития стенки (W) ствола (P), включающий в себя этапы, на которых:

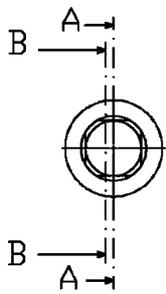
- обеспечивают инструмент (1) по п. 1 для использования в способе;
 - соединяют инструмент (1) с управляющим устройством, выполненным с возможностью управления инструментом (1);
 - спускают инструмент (1) в ствол (P) скважины до требуемого места в
- 5 стволе (P) скважины;
- активируют инструмент (1) для захвата и/или расширения, и/или пробития стенки (W) ствола (P) скважины.

10 14. Способ по п. 13, в котором ствол скважины представляет собой трубу (P), причем инструмент (1) снабжен воздействующей частью (14), содержащей проем (140), связанный по текучей среде с каналом (142), выполненным с возможностью приема нагнетаемой текучей среды из источника нагнетаемой текучей среды;

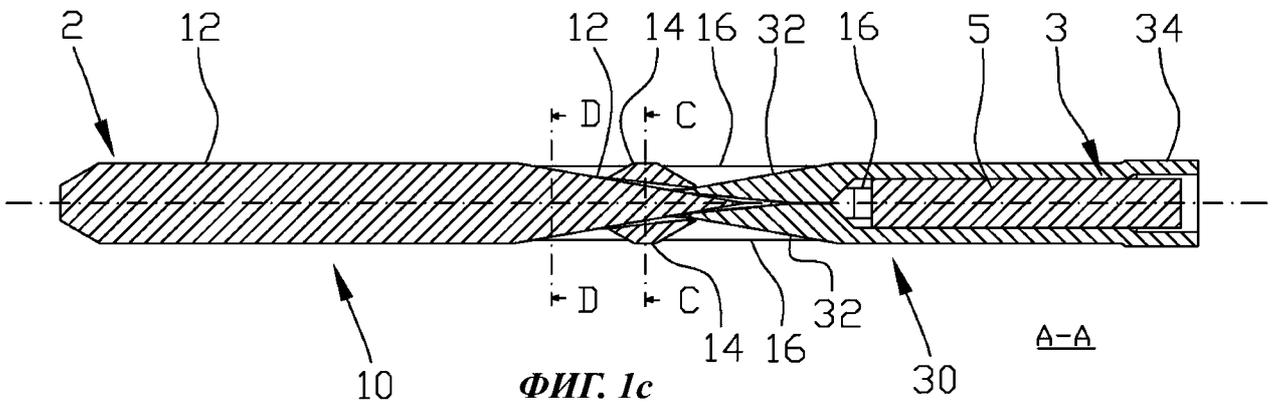
- при этом способ дополнительно включает в себя этап, на котором
- 15 нагнетают указанную текучую среду в кольцевое пространство, образованное между наружной стороной трубы (P) и скважиной, окружающей трубу (P).



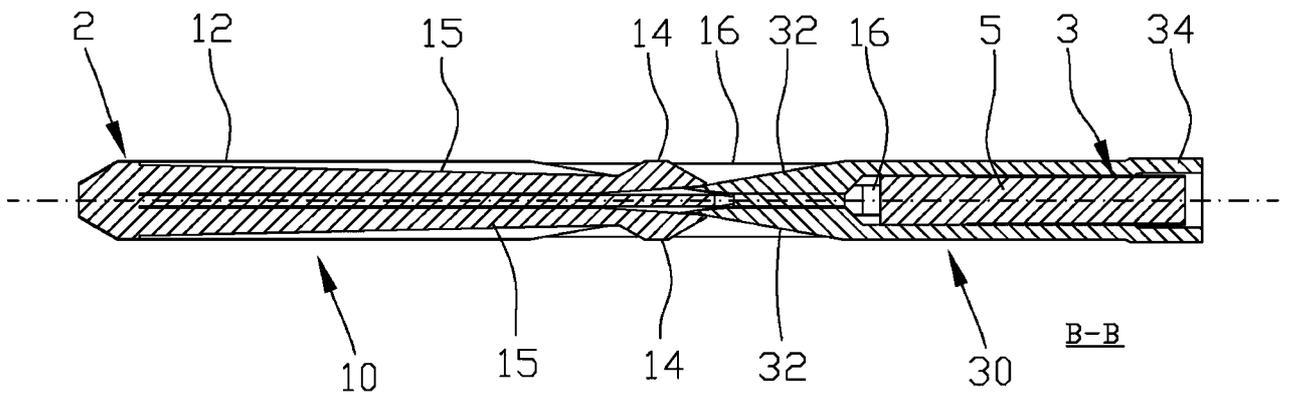
ФИГ. 1а



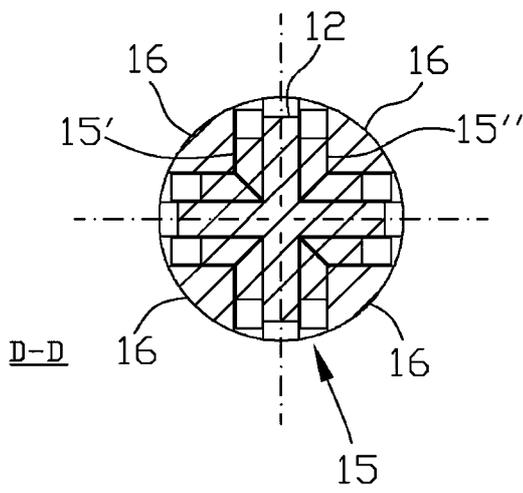
ФИГ. 1б



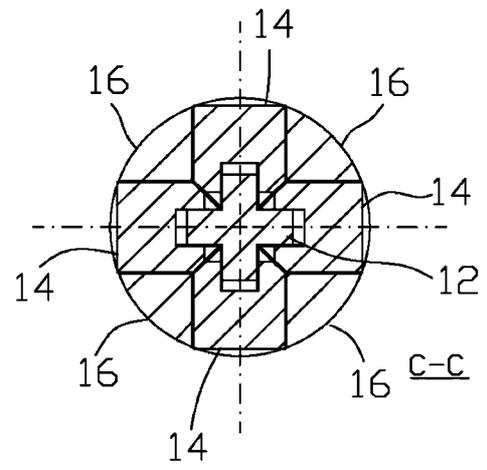
ФИГ. 1с



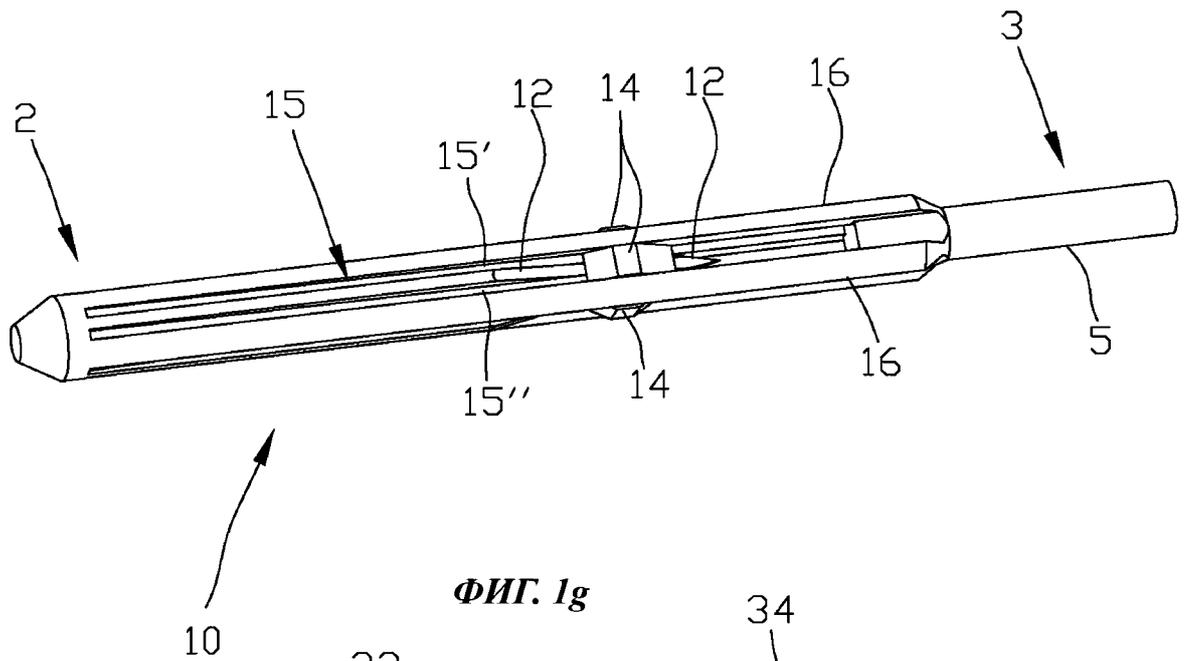
ФИГ. 1д



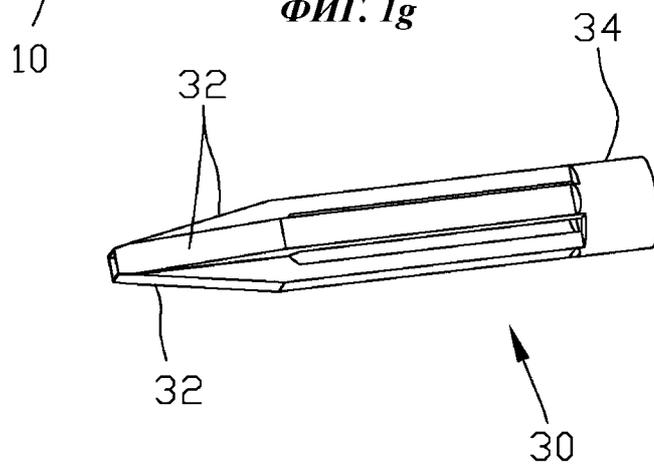
ФИГ. 1e



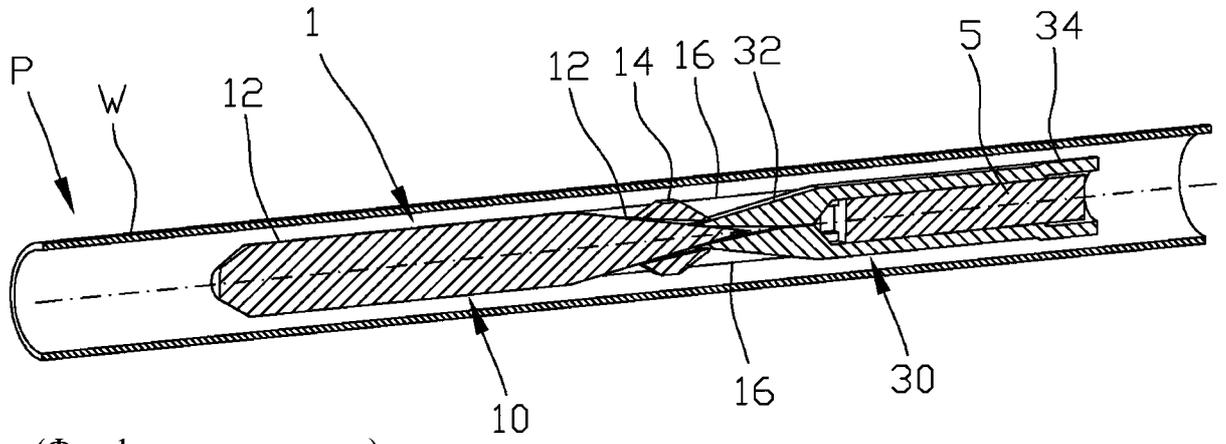
ФИГ. 1f



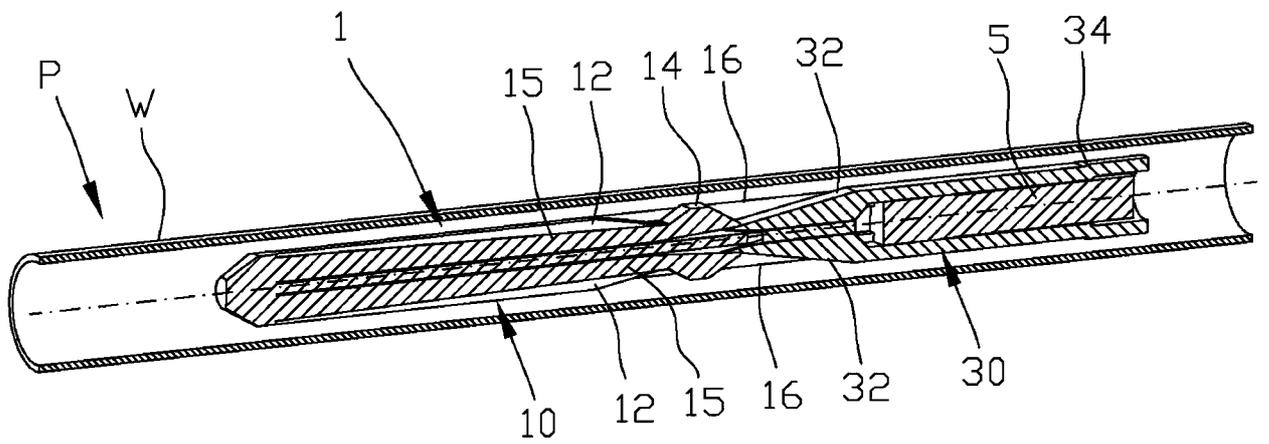
ФИГ. 1g



ФИГ. 1h

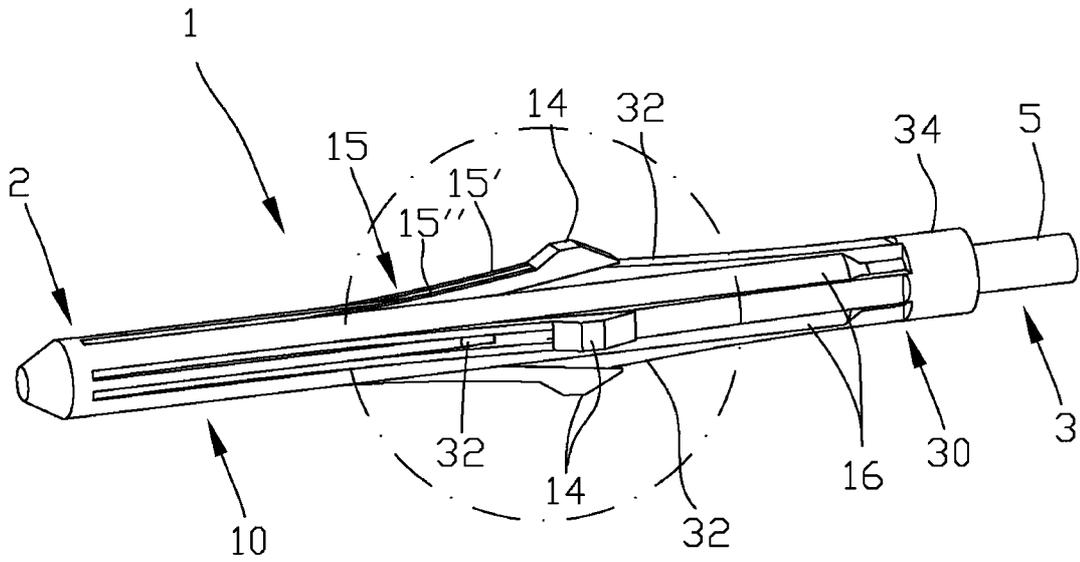


(Фиг. 1с в аксонометрии)

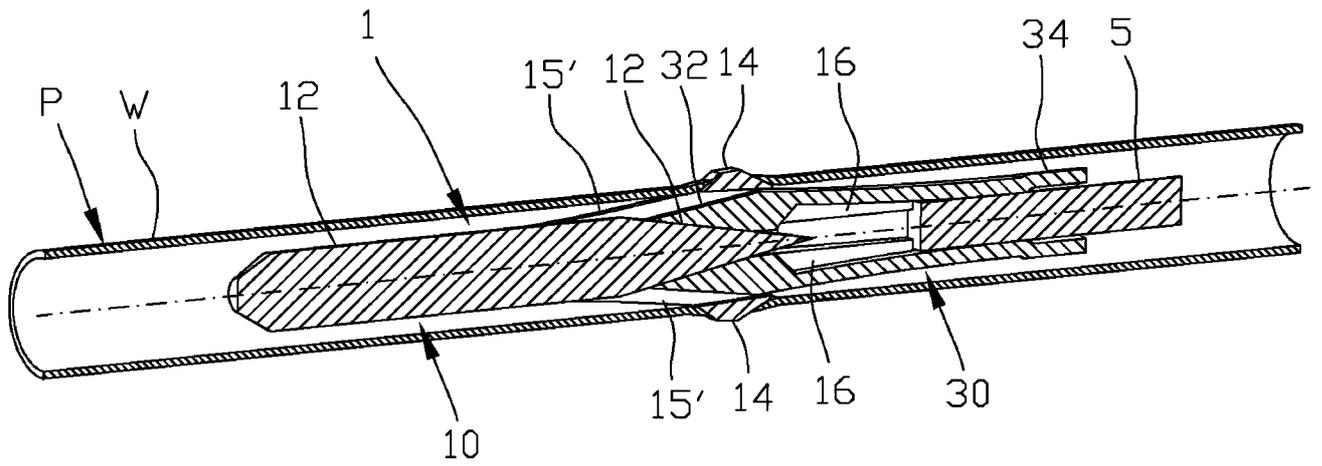
ФИГ. 2а

(Фиг. 1d в аксонометрии)

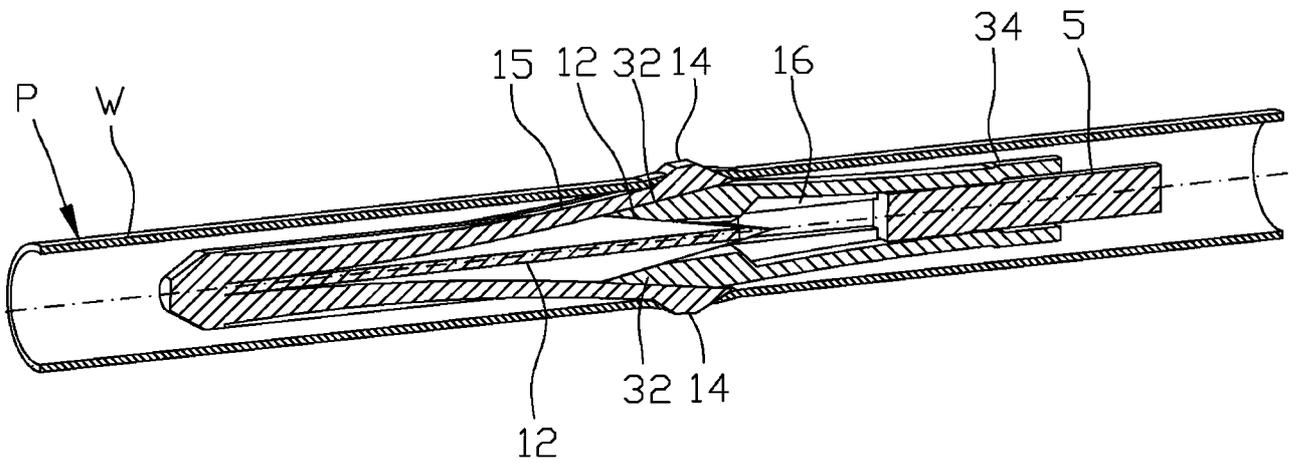
ФИГ. 2б



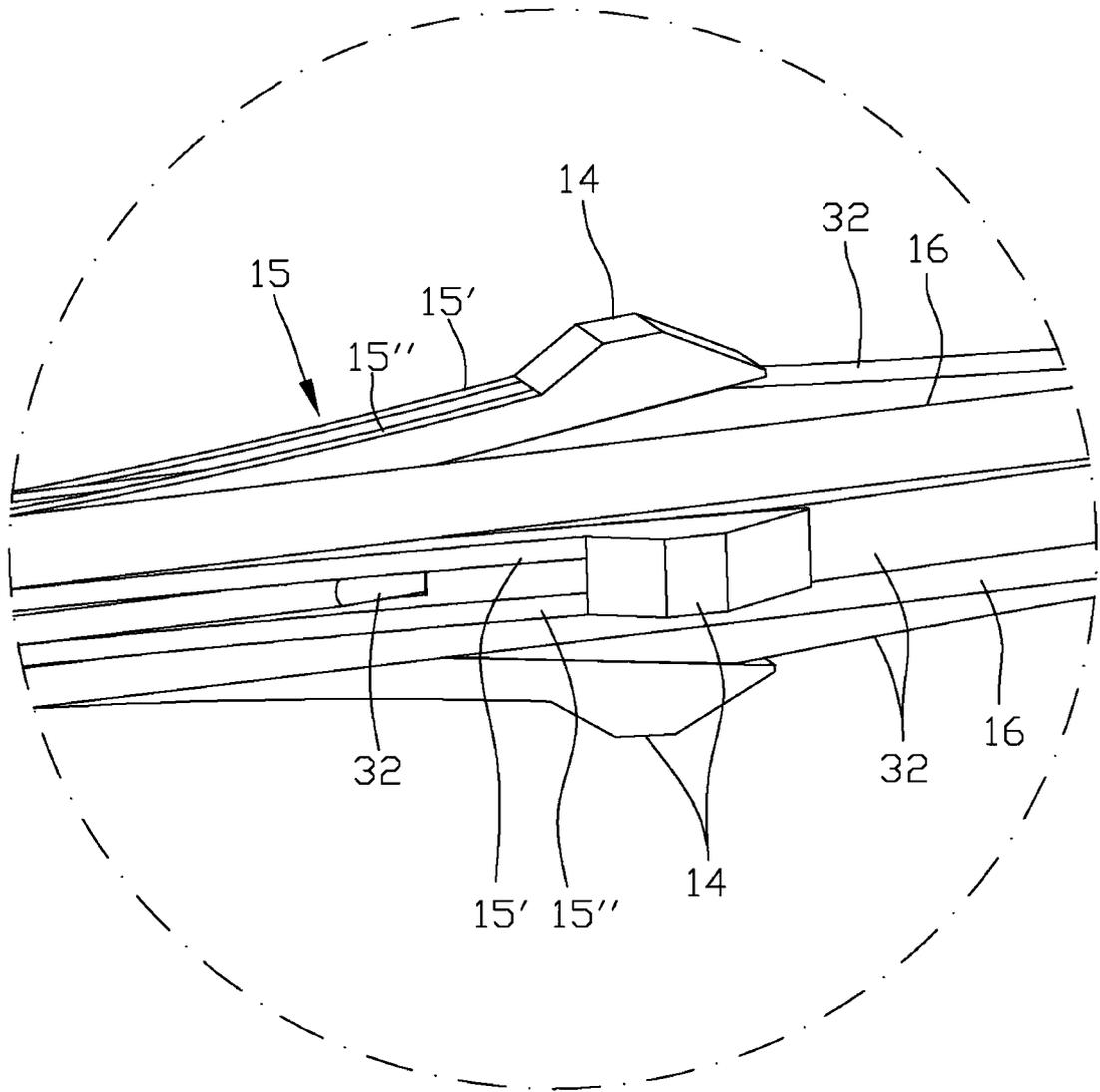
ФИГ. 3а



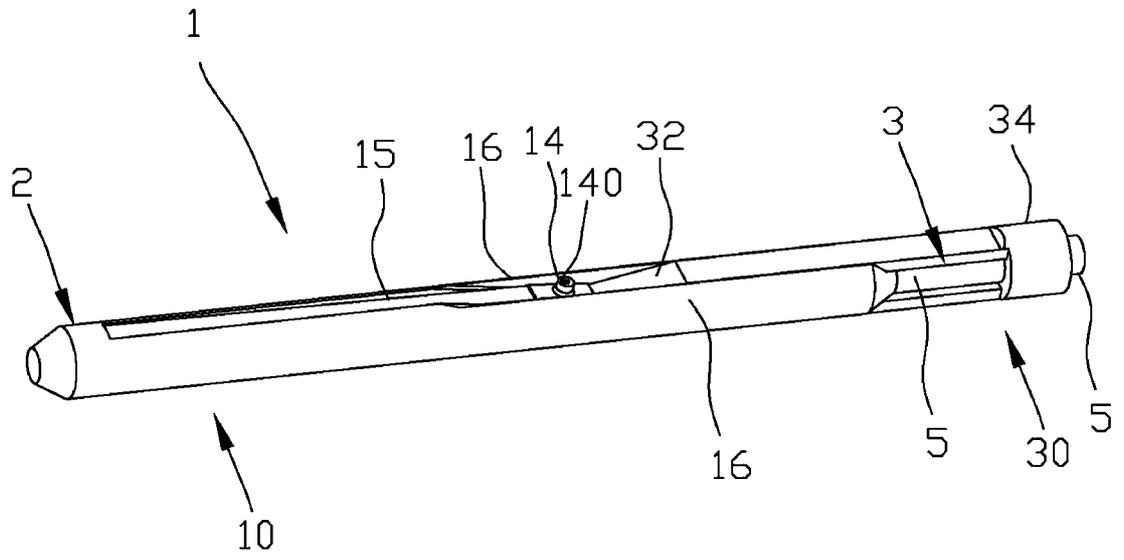
ФИГ. 3б



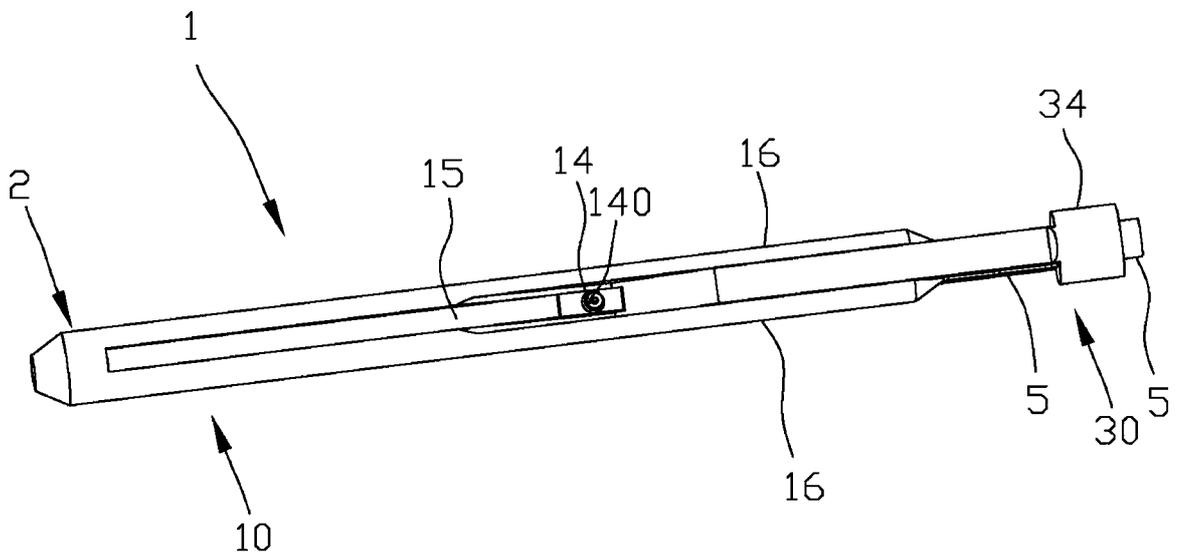
ФИГ. 3с



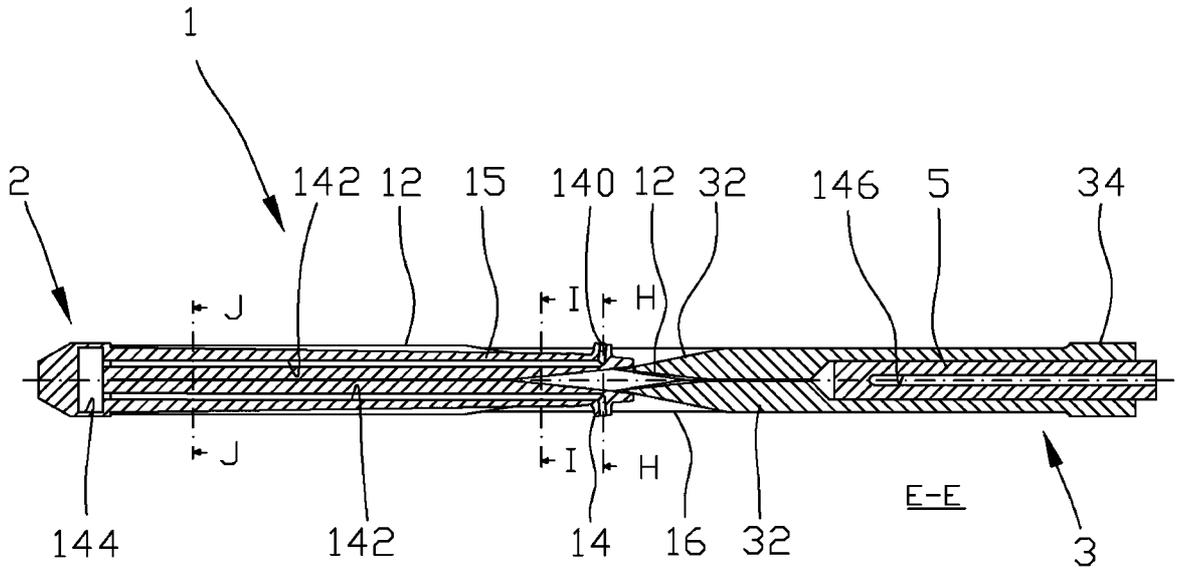
ФИГ. 3d



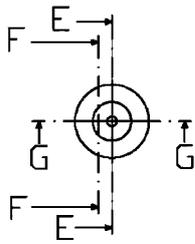
ФИГ. 4а



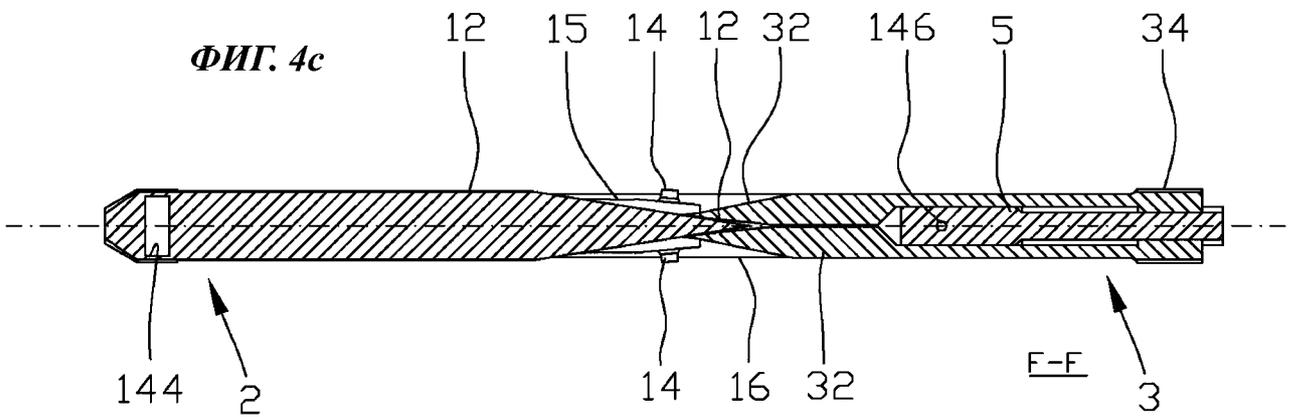
ФИГ. 4б



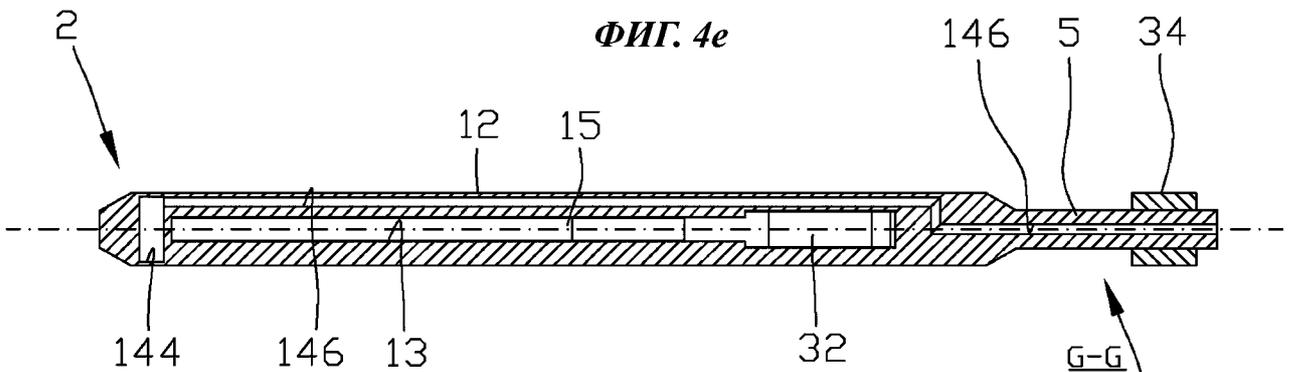
ФИГ. 4d



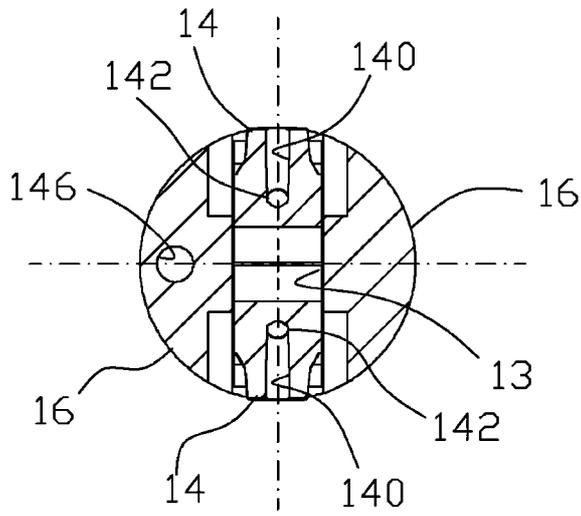
ФИГ. 4c



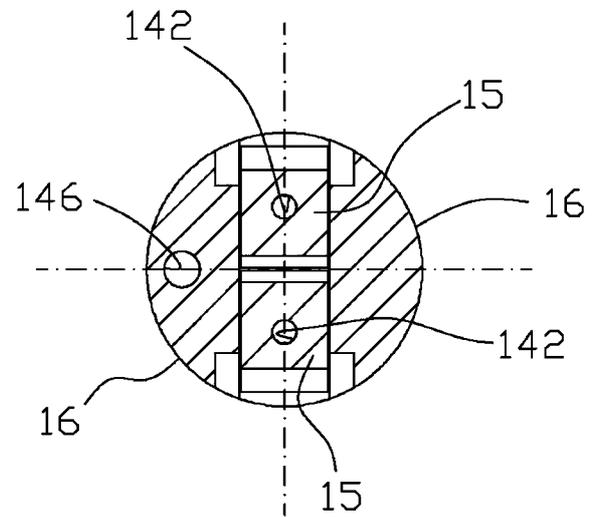
ФИГ. 4e



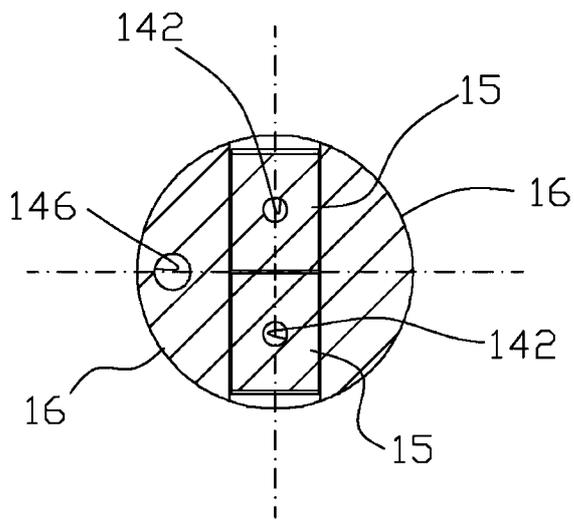
ФИГ. 4f



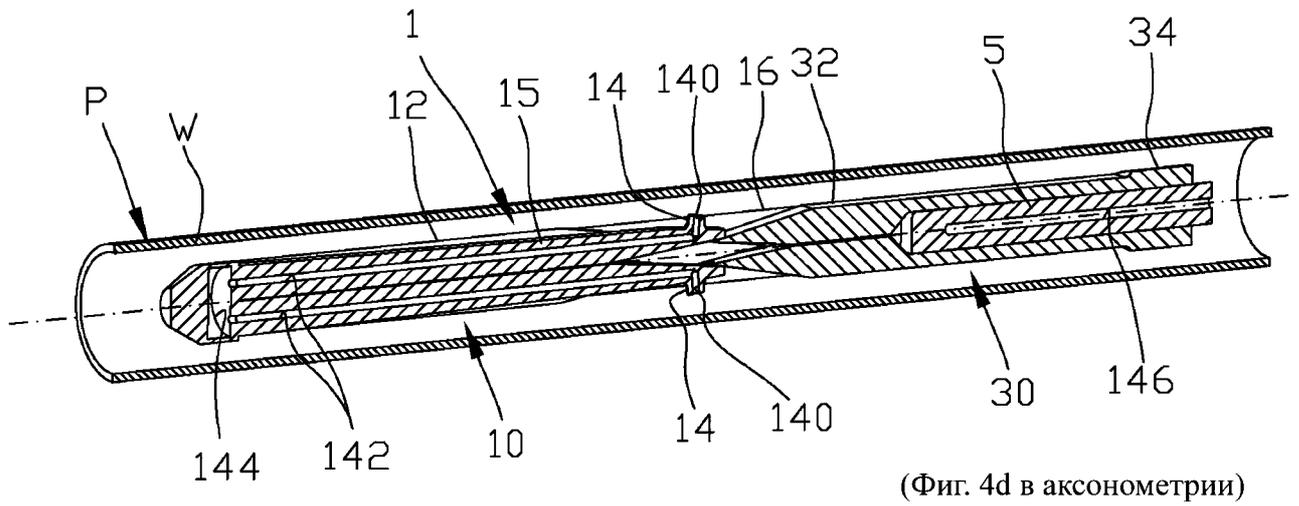
ФИГ. 4g H-H



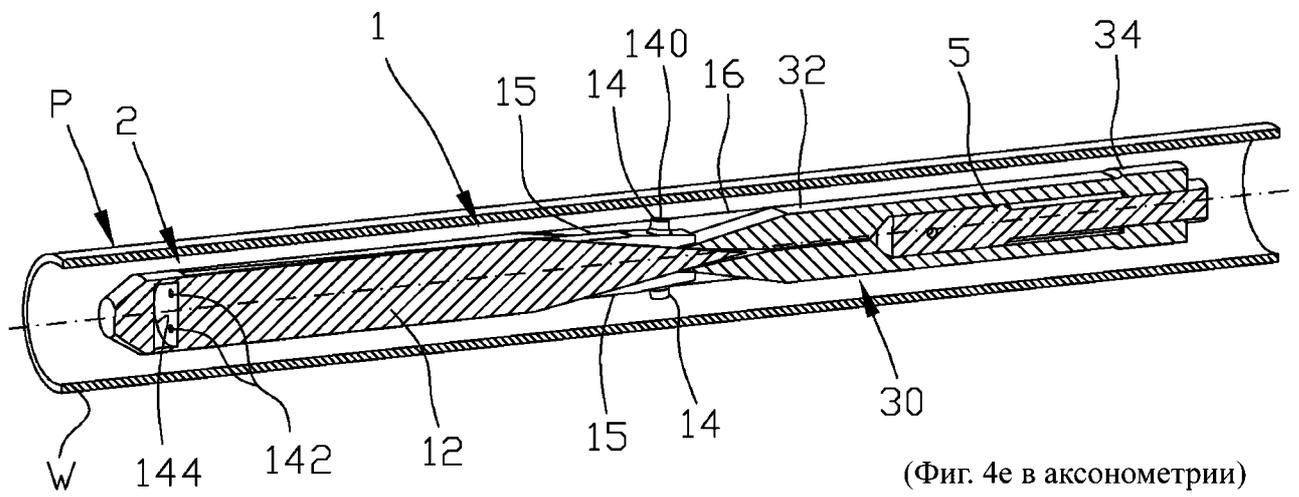
ФИГ. 4h I-I



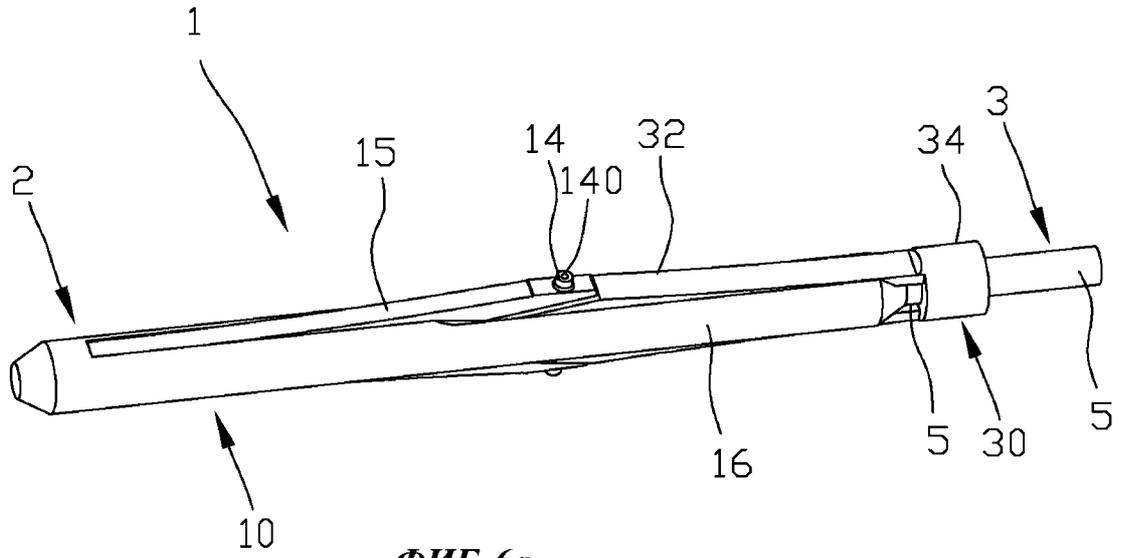
ФИГ. 4i J-J



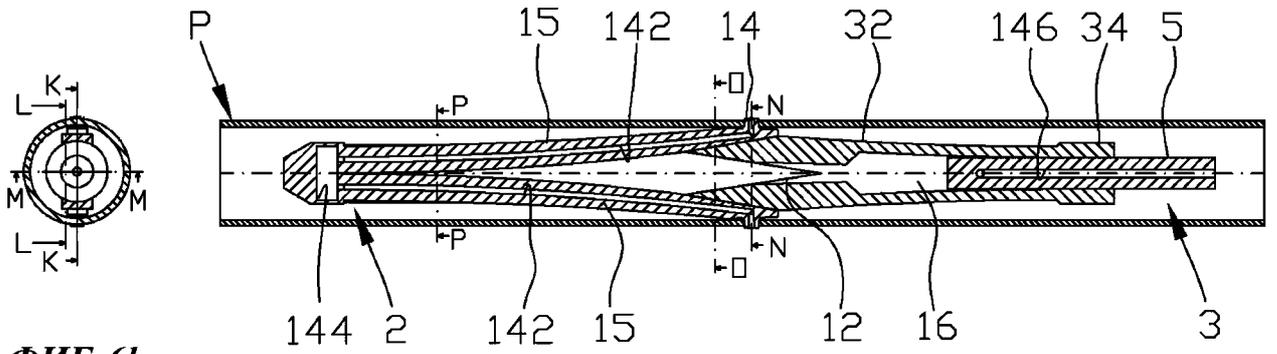
ФИГ. 5a



ФИГ. 5b



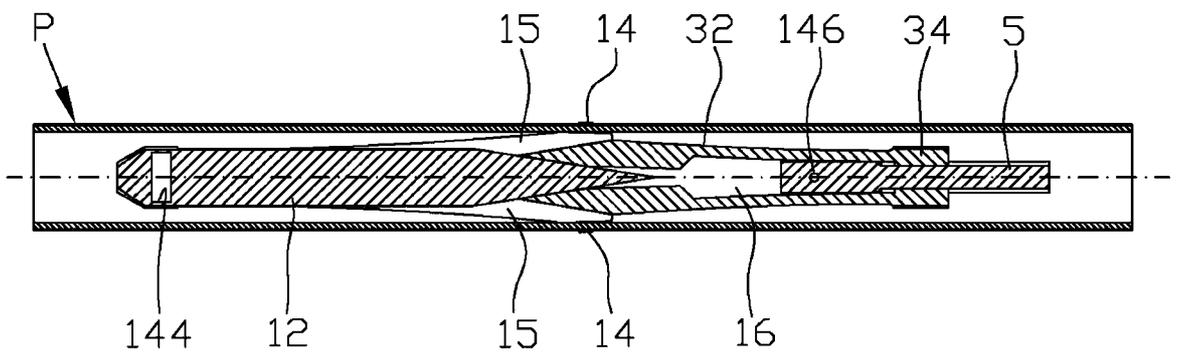
ФИГ. 6а



ФИГ. 6б

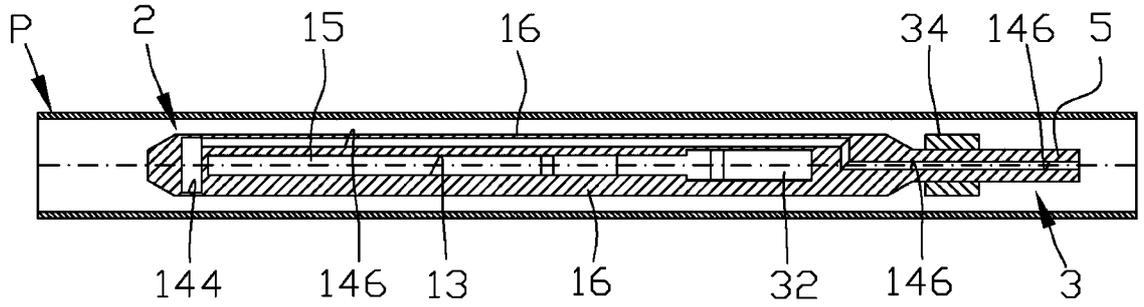
ФИГ. 6с

К-К



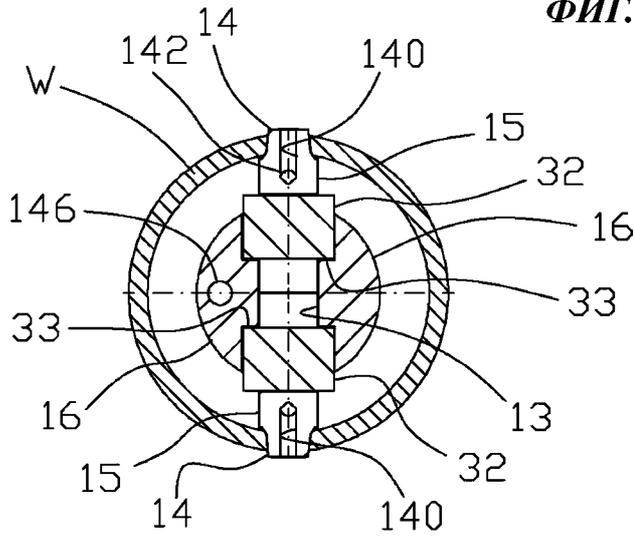
ФИГ. 6д

Л-Л



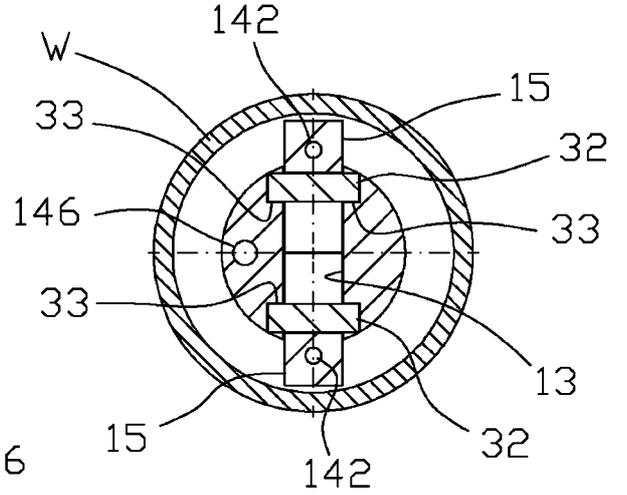
ФИГ. 6e

M-M



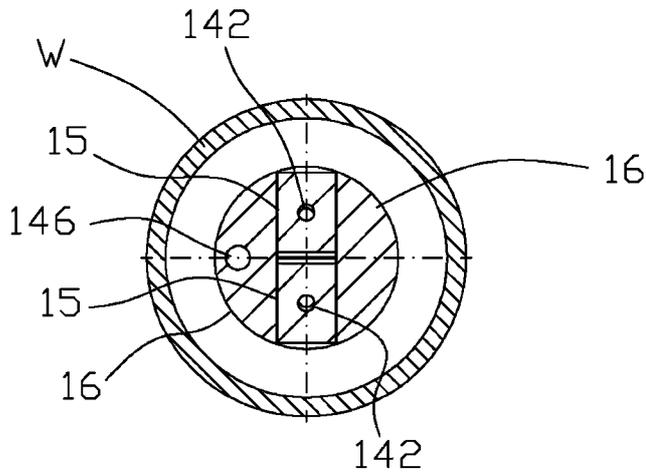
ФИГ. 6f

N-N



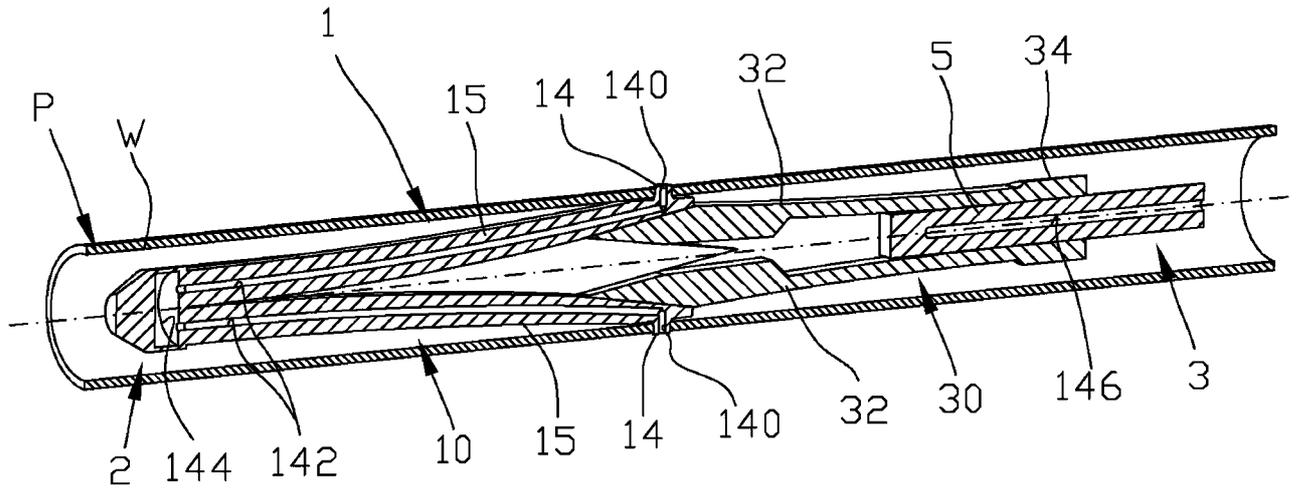
ФИГ. 6g

Q-Q

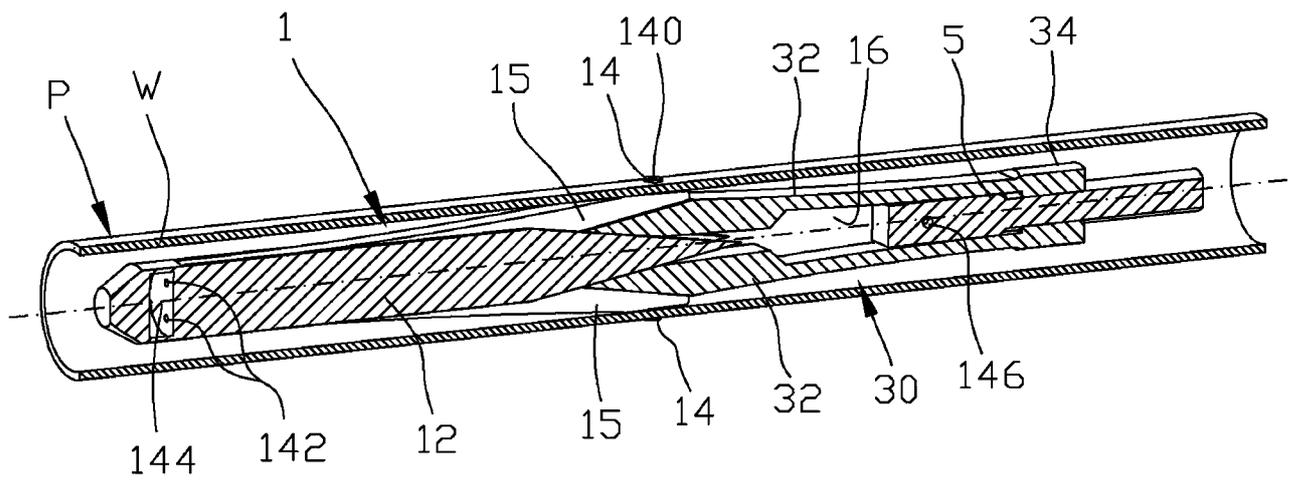


ФИГ. 6h

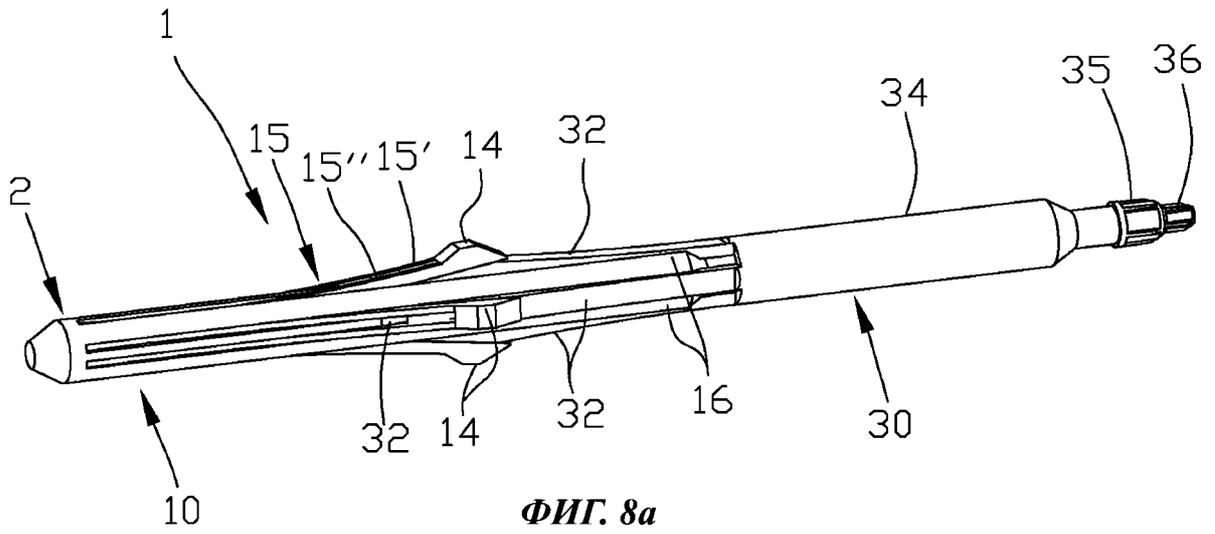
P-P



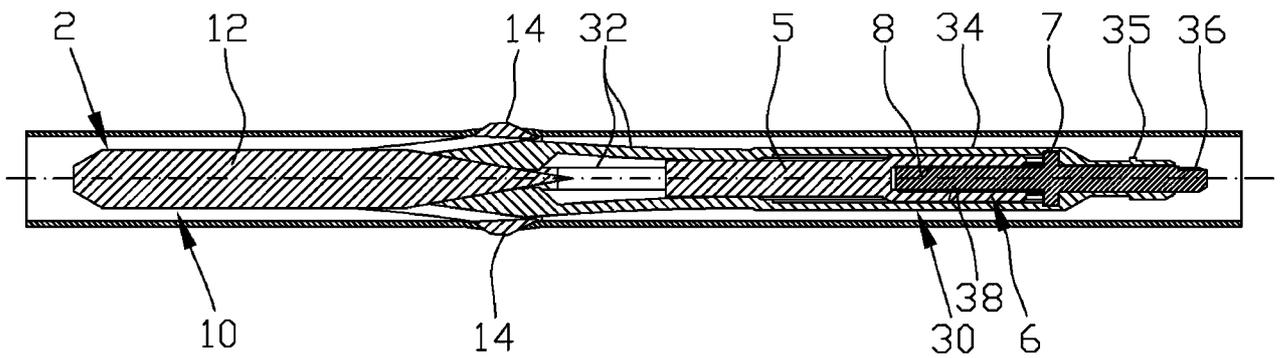
ФИГ. 7а



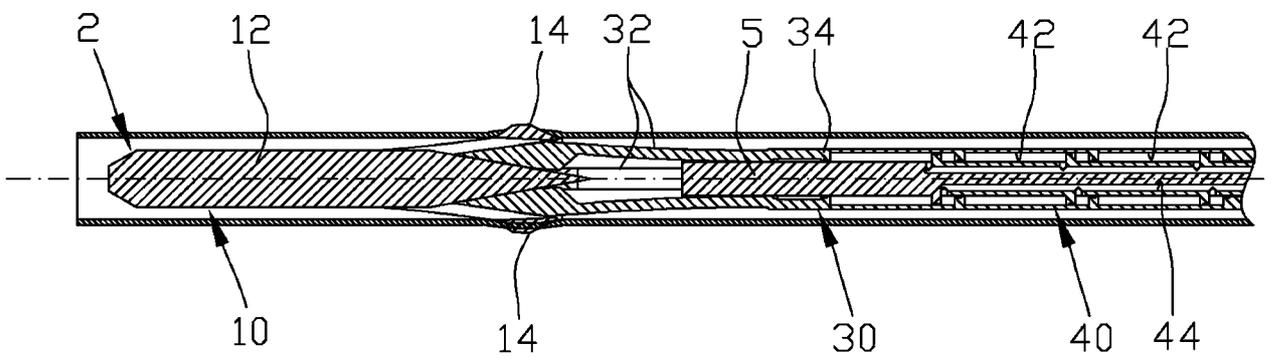
ФИГ. 7б



ФИГ. 8а



ФИГ. 8б



ФИГ. 9