

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202491094** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2024.06.20

(51) Int. Cl. *E21B 33/127* (2006.01)
E21B 36/00 (2006.01)
E21B 33/13 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2022.11.09

(54) **СКВАЖИННЫЙ УЗЕЛ И ЗАТРУБНЫЙ БАРЬЕР СО СКВАЖИННЫМ УЗЛОМ**

(31) **21207648.3**

(72) Изобретатель:

(32) **2021.11.10**

Ревес Рикардо Васкес (BR)

(33) **EP**

(74) Представитель:

(86) **PCT/EP2022/081328**

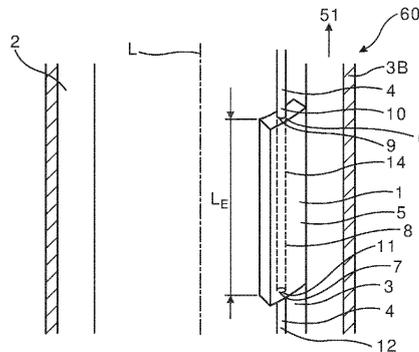
Мадиярова А.С. (KZ)

(87) **WO 2023/083889 2023.05.19**

(71) Заявитель:

**УЕЛЛТЕК МАНУФАКТУРИНГ
ЦЕНТР КОМПЛИШЕНС АПС (DK)**

(57) Настоящее изобретение относится к скважинному узлу для постоянной герметизации контрольной линии, контролирующей скважинный компонент скважинной трубчатой металлической конструкции перед заглушкой и ликвидацией скважины, имеющей устье, который включает первую часть трубчатой линии, вторую часть трубчатой линии, закрывающий блок, расположенный между первой частью и второй частью трубчатой линии и включающий первый элемент, включающий первое отверстие, второе отверстие и канал для гидравлического сообщения между первым отверстием и вторым отверстием, первое отверстие расположено ближе к устью, чем второе отверстие, первое отверстие имеет первое соединение с первой частью трубчатой линии, и второе отверстие имеет второе соединение со второй частью трубчатой линии, причем первый элемент имеет первую внешнюю форму в первом состоянии, в котором канал для гидравлического сообщения открыт, и вторую внешнюю форму во втором состоянии, в котором канал для гидравлического сообщения закрыт, вторая форма по меньшей мере частично отличается от первой внешней формы. Изобретение также относится к скважинной системе, включающей скважинную трубчатую металлическую конструкцию, имеющую внешнюю поверхность, скважинный узел соединен с внешней поверхностью и/или скважинным затрубным барьером. Наконец, изобретение относится к способу постоянного перекрытия гидравлического сообщения в скважинном узле для постоянной герметизации контрольной линии перед заглушкой и ликвидацией скважины.



A1

202491094

202491094

A1

СКВАЖИННЫЙ УЗЕЛ И ЗАТРУБНЫЙ БАРЬЕР СО СКВАЖИННЫМ УЗЛОМ

Описание

Настоящее изобретение относится к скважинному узлу для постоянной герметизации контрольной линии, контролирующей скважинный компонент скважинной трубчатой металлической конструкции перед заглушкой и ликвидацией скважины, имеющей устье. Изобретение также относится к скважинному затрубному барьеру для расширения в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой металлической конструкцией и стенкой ствола скважины или другой скважинной трубчатой металлической конструкцией в скважине с целью обеспечения изоляции зоны между первой зоной и второй зоной ствола скважины. Наконец, изобретение относится к способу постоянного перекрытия гидравлического сообщения в скважинном узле и, таким образом, постоянной герметизации контрольной линии перед заглушкой и ликвидацией скважины.

Многие скважины заканчивают скважинной трубчатой металлической конструкцией, имеющей скважинные компоненты, контролируемые с поверхности при помощи контрольных линий. Контрольная линия расположена на внешней поверхности скважинной трубчатой металлической конструкции. Во время заглушки и ликвидации (P&A) контрольная линия требует частичного или полного удаления. Если контрольная линия не удалена, контрольная линия разрывается в какой-то точке ее длины во время вытягивания скважинной трубчатой металлической конструкции, препятствуя контролю позиции контрольной линии в скважине. При нагнетании цемента вглубь скважины для создания цементной пробки контрольная линия может проходить поперек цементной пробки, создавая возможность течи, поскольку текучая среда может просачиваться вдоль контрольной линии. Предпринималось множество попыток разработки инструмента, способного прорезать отверстие в скважинной трубчатой металлической конструкции и отрезать контрольную линию, но ни одна пока не увенчалась успехом.

Задачей настоящего изобретения является полное или частичное преодоление вышеуказанных недостатков и изъянов уровня техники. Более конкретно, целью является создание усовершенствованной скважинной трубчатой металлической конструкции, имеющей контрольную линию, в которой скважинная трубчатая металлическая конструкция легко поддается заглушке и ликвидации и, таким образом, позволяет экономить средства по сравнению с существующими решениями.

Кроме того, цель состоит в обеспечении улучшенного затрубного барьера, имеющего контрольную линию, проходящую через него, которая легко поддается заглушке безопасным способом, например, для заглушки и ликвидации, также позволяя экономить средства по сравнению с существующими решениями.

Вышеуказанные задачи вместе с многочисленными другими задачами, преимуществами и признаками, которые станут явными из приведенного ниже описания, достигаются с помощью решения в соответствии с настоящим изобретением благодаря скважинному узлу для постоянной герметизации контрольной линии, контролирующей скважинный компонент скважинной трубчатой металлической конструкции перед заглушкой и ликвидацией скважины, имеющей устье, который включает:

- первую часть трубчатой линии,
- вторую часть трубчатой линии,
- закрывающий блок, расположенный между первой частью и второй частью трубчатой линии и включающий:
 - первый элемент, включающий первое отверстие, второе отверстие и канал для гидравлического сообщения между первым отверстием и вторым отверстием, причем первое отверстие расположено ближе к устью, чем второе отверстие, первое отверстие имеет первое соединение с первой частью трубчатой линии, и второе отверстие имеет второе соединение со второй частью трубчатой линии, причем первый элемент имеет первую внешнюю форму в первом состоянии, в котором канал для гидравлического сообщения открыт, и вторую внешнюю форму во втором состоянии, в котором канал для гидравлического сообщения закрыт, причем вторая форма по меньшей мере частично отличается от первой внешней формы.

Благодаря наличию скважинного узла, находящегося в гидравлическом соединении с первой частью и второй частью трубчатой линии, обеспечивается очень простой способ гидравлического отсоединения трубчатой линии, и, таким образом, заканчивание скважины может быть легко продолжено на следующих этапах заглушки и ликвидации скважины, поскольку вдоль контрольной линии не возникает течи, когда первый элемент переходит из первого состояния во второе состояние. Гидравлическое сообщение может быть легко перекрыто, и первая часть трубчатой линии / контрольной линии может быть вытянута из скважины до заглушки и ликвидации скважины с применением цемента.

Более того, первый элемент может менять состояние с первого состояния на по меньшей мере частично жидкое или поддающееся формованию состояние для

перекрытия канала для гидравлического сообщения.

Под внешней формой первого элемента следует понимать форму первого элемента, видимую из-за пределов первого элемента и, таким образом, внешней поверхности первого элемента.

Также во втором состоянии может быть создано расстояние между первой частью и второй частью трубчатой линии.

Дополнительно, первый элемент может иметь сквозное отверстие, обеспечивающее канал для гидравлического сообщения.

Кроме того, гидравлическое сообщение может обеспечиваться сквозным отверстием в первом элементе от первого отверстия до второго отверстия.

Также первый элемент может иметь внутреннюю поверхность, контактирующую с внешней поверхностью скважинной трубчатой металлической конструкции.

Более того, сквозное отверстие может проходить в пределах первого элемента между первым отверстием и вторым отверстием, которое проходит от первой части трубчатой линии до второй части трубчатой линии.

Дополнительно, сквозное отверстие может гидравлически соединять первую часть трубчатой линии со второй частью трубчатой линии.

В дополнение, трубчатая линия может не проникать в первый элемент.

Более того, гидравлическое сообщение может обеспечиваться через канал для текучей среды.

Более того, первый элемент может быть беструбным, в том смысле, что трубчатая линия не проходит через первый элемент.

Дополнительно, сквозное отверстие может быть беструбным, в том смысле, что трубчатая линия не проходит через сквозное отверстие первого элемента.

Также скважинная трубчатая металлическая конструкция может иметь осевую протяженность, и первый элемент может иметь длину вдоль осевой протяженности,

которая составляет по меньшей мере 2 см.

Кроме того, скважинная трубчатая металлическая конструкция может иметь осевую протяженность, и первый элемент может иметь длину вдоль осевой протяженности, которая составляет по меньшей мере 2 см, предпочтительно по меньшей мере 5 см, предпочтительно по меньшей мере 1 метр, более предпочтительно по меньшей мере 10 метров.

В дополнение, длина первого элемента может составлять по меньшей мере 5 метров, предпочтительно по меньшей мере 10 метров, более предпочтительно свыше 10 метров.

Более того, первый элемент может включать постпереходный металлический материал.

Постпереходным металлом является металл, находящийся у границы между металлами и неметаллами в периодической таблице, т. е., галлий, индий, олово, таллий, свинец и висмут.

Более того, первый элемент может включать материал, расширяющийся при затвердевании.

В дополнение, первый элемент может быть выполнен из материала, имеющего точку плавления ниже 200 °C, предпочтительно ниже 200 °C и выше 100 °C.

Дополнительно, первый элемент может включать материал, переходящий в жидкое состояние при температуре выше 130 градусов Цельсия.

Также первый элемент может включать фланец на втором отверстии.

Кроме того, первый элемент может включать фланец на втором отверстии, образующий юбку при затвердевании.

В дополнение, первый элемент может быть выполнен из постпереходного металлического материала, такого как висмут, или включать такой материал.

Более того, первый элемент может быть выполнен из легкоплавкого сплава и/или эвтектического сплава.

Более того, первый элемент может быть выполнен из легкоплавкого сплава, такого как висмута-оловянный (Bi/Sn) сплав, или включать такой сплав, и может быть эвтектическим сплавом. Сплав может быть висмута-оловянным (Bi/Sn) сплавом в соотношении 58/42, который плавится / затвердевает при 138 градусах Цельсия. Сплав является более плотным, чем текучая среда, заполняющая скважину, как правило, вода или солевой раствор, и, таким образом, вытесняет окружающую скважинную текучую среду в гидравлическом сообщении, что способствует образованию надежной и герметичной связи и перекрытию гидравлического сообщения при активации. Относительно высокая плотность сплава в результате также дает текучий и поддающийся формованию сплав, ведущий себя относительно прогнозируемо. Сплавы проходят отбор на высокую мобильность, таким образом, чтобы текучий или поддающийся формованию сплав мог втекать в сквозное отверстие и заполнять его. Затвердевшие сплавы, таким образом, могут быть эффективны для герметизации гидравлического сообщения, а также могут надежно зацепляться с цементом, когда цемент находится вокруг первого элемента, для обеспечения пробки для заглушки и ликвидации. Сплавы отбирают на совместимость с другими элементами скважинного закрывающего блока указанного узла и материалом стенки ствола, а также на совместимость с условиями в стволе, например, относительно высокими окружающими температурами ствола или присутствием коррозионных материалов, таких как сероводород и диоксид углерода, которые способны разрушать или иным образом неблагоприятно влиять на другие материалы. В альтернативном или дополнительном варианте первый элемент может включать термопластический или какой-либо другой материал или смесь материалов. В затвердевшем состоянии материал первого элемента может включать аморфное твердое вещество.

Дополнительно, первый элемент может включать по меньшей мере первый материал и второй материал, причем первый материал является постпереходным металлическим материалом, таким как висмут или сплав висмута, а второй материал не является постпереходным металлом и имеет более высокую точку плавления по сравнению с первым материалом.

Также первый элемент может включать по меньшей мере первый материал и второй материал, причем первый материал включает эвтектический сплав, такой как сплав висмута, а второй материал не является постпереходным металлом и имеет более высокую точку плавления по сравнению с первым материалом.

Кроме того, второй материал может быть образован в форме сетки поблизости от

второго конца элемента, включающего второе отверстие.

В дополнение, второй материал может быть образован в форме сетки в нижней части для образования юбки, вокруг которой затвердевает висмут.

Более того, скважинный закрывающий блок также может включать нагревательный элемент.

Более того, скважинный закрывающий блок также может включать источник питания, такой как батарея.

Дополнительно, изобретение относится к скважинному затрубному барьеру для расширения в кольцевом пространстве между скважинной трубчатой металлической конструкцией и стенкой ствола скважины или другой скважинной трубчатой металлической конструкцией в скважине с целью обеспечения изоляции зоны между первой зоной и второй зоной ствола скважины, причем затрубный барьер включает:

- трубчатую металлическую часть, приспособленную для установки как часть скважинной трубчатой металлической конструкции, причем трубчатая металлическая часть имеет внешнюю поверхность и внутреннее пространство,
- расширяемую металлическую втулку, окружающую трубчатую металлическую часть и имеющую внутреннюю поверхность втулки, обращенную к трубчатой металлической части, и внешнюю поверхность втулки, обращенную к стенке ствола скважины, причем каждый конец расширяемой металлической втулки соединен с трубчатой металлической частью, и
- кольцевое пространство между внутренней поверхностью расширяемой металлической втулки и трубчатой металлической частью, причем затрубный барьер также включает скважинный узел.

Благодаря наличию скважинного закрывающего блока, расположенного в кольцевом пространстве затрубного барьера, находящегося в гидравлическом соединении с первой частью и второй частью трубчатой линии, обеспечивается очень простой способ прекращения гидравлического сообщения проходящей через него трубчатой линии, и, таким образом, затрубный барьер может образовывать часть заглушки и ликвидации скважины, поскольку не происходит утечки через затрубный барьер, когда первый элемент переходит из первого состояния во второе состояние.

Также скважинный закрывающий блок может обеспечивать гидравлическое сообщение первой части трубчатой линии и второй части трубчатой линии.

Кроме того, скважинный закрывающий блок может быть расположен в кольцевом пространстве.

В дополнение, каждый конец расширяемой металлической втулки может быть соединен с трубчатой металлической частью при помощи первой и второй соединительных частей.

Более того, первая часть трубчатой линии может проникать в первую соединительную часть, соединяющую один конец расширяемой металлической втулки и трубчатую металлическую часть, и/или вторая часть трубчатой линии может проникать во вторую соединительную часть, соединяющую один конец расширяемой металлической втулки и трубчатую металлическую часть.

Более того, скважинный узел, включающий скважинный закрывающий блок, первую часть и вторую часть трубчатой линии, может гидравлически соединять первую зону и вторую зону.

Дополнительно, скважинный затрубный барьер может включать клапанный блок для регулирования потока текучей среды изнутри трубчатой металлической части в кольцевое пространство для расширения расширяемой металлической втулки. Клапанный блок также может включать функцию выравнивания давления, в которой давление в кольцевом пространстве выравнивается с более высоким давлением в первой зоне и второй зоне, соответственно.

Более того, гидравлическое сообщение в первом элементе может включать топливную часть из термитного материала.

Более того, стенка сквозного отверстия может быть по меньшей мере частично выполнена из термита.

Дополнительно, батарея может питать зажигатель для создания искры для зажигания термитного материала для нагревания первого элемента.

Также трубчатая линия может включать гидравлическую текучую среду или электрическую линию.

В дополнение, изобретение относится к скважинной системе, включающей

скважинную трубчатую металлическую конструкцию, имеющую внешнюю поверхность, причем скважинный узел соединен с внешней поверхностью таким образом, что внутренняя поверхность скважинного закрывающего блока упирается во внешнюю поверхность скважинной трубчатой металлической конструкции.

Кроме того, изобретение относится к скважинной системе, включающей скважинную трубчатую металлическую конструкцию, имеющую внешнюю поверхность, причем скважинный узел соединен с внешней поверхностью и/или скважинным затрубным барьером.

В дополнение, скважинная система также может включать кабельный инструмент, включающий нагревательный элемент для нагрева первого элемента.

Более того, изобретение относится к способу постоянного перекрытия гидравлического сообщения в скважинном узле для постоянной герметизации контрольной линии перед заглушкой и ликвидацией скважины, который включает:

- вставку скважинной трубчатой металлической конструкции, имеющей компонент заканчивания и контрольную линию, в трубчатую линию для эксплуатации компонента заканчивания, причем скважинная трубчатая металлическая конструкция включает скважинный узел,
- нагревание первого элемента таким образом, чтобы материал первого элемента по меньшей мере частично менял состояние на более разжиженное или поддающееся формованию состояние, и
- расширение материала первого элемента во время затвердевания материала первого элемента и, таким образом, перекрытие гидравлического сообщения между первым отверстием и вторым отверстием.

Кроме того, изобретение относится к способу постоянного перекрытия гидравлического сообщения в скважинном узле для постоянной герметизации контрольной линии перед заглушкой и ликвидацией скважины, который включает:

- вставку скважинной трубчатой металлической конструкции, имеющей компонент заканчивания и контрольную линию, в трубчатую линию для эксплуатации компонента заканчивания, причем скважинная трубчатая металлическая конструкция включает скважинный узел, соединяющий первую часть трубчатой линии со второй частью трубчатой линии,
- нагревание первого элемента таким образом, чтобы материал первого элемента по меньшей мере частично менял состояние на более разжиженное или поддающееся формованию состояние, и

- затверждение по меньшей мере части первого элемента на расстоянии от первой части трубчатой линии с образованием зазора между первой частью трубчатой линии и второй частью трубчатой линии.

В дополнение, способ также может включать перекрытие гидравлического сообщения между первым отверстием и вторым отверстием.

Также способ также может включать расширение материала первого элемента во время затвердевания материала первого элемента, что обеспечивает перекрытие гидравлического сообщения между первым отверстием и вторым отверстием.

Более того, может быть выполнено нагревание путем приведения в действие нагревательного элемента в первом элементе или в кабельном инструменте, расположенном с упором в первый элемент.

Дополнительно, нагревание может быть выполнено путем закачивания активирующей текучей среды по трубчатой линии.

Также активирующая текучая среда может быть химическим веществом, создающим экзотермический процесс в первом элементе.

Кроме того, активирующая текучая среда может включать оксид металла алюминия, например, частицы оксида металла алюминия.

В дополнение, способ также может включать отделение первой части скважинной трубчатой металлической конструкции от второй части скважинной трубчатой металлической конструкции в позиции напротив первого элемента перед нагреванием первого элемента.

Кроме того, способ также может включать вытягивание первой части трубчатой линии из скважины.

Более того, способ также может включать вытягивание первой части скважинной трубчатой металлической конструкции из скважины, установку пробки во второй части скважинной трубчатой металлической конструкции и помещение цемента сверху на пробку и скважинный узел.

Более того, после нагревания первого элемента способ также может включать

отделение первой части трубчатой линии от второй части трубчатой линии при изменении состояния первого элемента.

Дополнительно, отделение может быть выполнено при помощи кабельного инструмента, имеющего режущий инструмент и анкерную секцию.

Также кабельный инструмент может включать инструмент для возвратно-поступательного перемещения.

Кроме того, кабельный инструмент может иметь приводной блок, такой как самодвижущийся блок для продвижения кабельного инструмента вперед в скважине.

Наконец, способ также может включать вытягивание первой части скважинной трубчатой металлической конструкции из скважины и вставку второй первой части скважинной трубчатой металлической конструкции вместо извлеченной первой части скважинной трубчатой металлической конструкции.

Изобретение и его многочисленные преимущества будут описаны более подробно ниже со ссылкой на прилагаемые схематические чертежи, на которых в целях иллюстрации показаны некоторые не ограничивающие варианты осуществления, и среди которых:

На Фигуре 1 показан частичный вид в поперечном сечении скважины, имеющей скважинную трубчатую металлическую конструкцию и скважинный закрывающий блок, соединенный с первой частью контрольной линии и второй частью контрольной линии,

На Фигуре 2 показан частичный вид в поперечном сечении скважины, имеющей еще один скважинный закрывающий блок, соединяющий три контрольных линии,

На Фигуре 3 показан частичный вид в поперечном сечении скважины, имеющей скважинную трубчатую металлическую конструкцию и еще один скважинный закрывающий блок,

На Фигуре 4А показан вид в поперечном сечении скважины, имеющей скважинную трубчатую металлическую конструкцию и скважинный закрывающий блок,

На Фигуре 4В показана скважина с Фигуры 4А, имеющая кабельный инструмент с

нагревательным элементом для нагрева первого элемента скважинного закрывающего блока,

На Фигуре 4С показана скважина с Фигуры 4В, в которой первый элемент был разжижен и отвержден в нижерасположенном месте с образованием перекрытия гидравлического сообщения между первой частью трубчатой линии и второй частью трубчатой линии,

На Фигуре 4D показана скважина с Фигуры 4С, в которую вставлен кабельный инструмент для отделения первой части скважинной трубчатой металлической конструкции от второй части,

На Фигуре 4Е показана скважина с Фигуры 4D, в которой первая часть скважинной трубчатой металлической конструкции была извлечена из скважины,

На Фигуре 4F показана скважина с Фигуры 4Е, в которую был залит цемент для создания цементной пробки для ликвидации скважины,

На Фигуре 5А показан вид в поперечном сечении затрубного барьера, имеющего скважинный закрывающий элемент,

На Фигуре 5В показан вид в поперечном сечении затрубного барьера с Фигуры 5А, на котором первый элемент скважинного закрывающего блока был перемещен для перекрытия второй части трубчатой линии,

На Фигуре 6 показан частичный вид в поперечном сечении скважины, имеющей скважинную трубчатую металлическую конструкцию с Фигуры 1 и скважинный закрывающий блок в его втором состоянии,

На Фигуре 7 показан частичный вид в поперечном сечении скважины, имеющей скважинную трубчатую металлическую конструкцию и еще один скважинный закрывающий блок в его втором состоянии,

На Фигуре 8 показан частичный вид в поперечном сечении скважины, имеющей скважинную трубчатую металлическую конструкцию с Фигуры 2 и скважинный закрывающий блок в его втором состоянии, и

На Фигуре 9 показан частичный вид в поперечном сечении скважины, имеющей

скважинную трубчатую металлическую конструкцию и еще один скважинный закрывающий элемент в его втором состоянии.

Все фигуры являются очень схематичными и не обязательно выполнены в масштабе, при этом на них показаны только те детали, которые необходимы для пояснения изобретения, тогда как другие детали опущены или всего лишь подразумеваются.

На Фигуре 1 показан скважинный узел 60, включающий скважинный закрывающий блок 1 для постоянной герметизации контрольной линии 4, контролирующей скважинный компонент 52 (показанный на Фигурах 4А - 4F) скважинной трубчатой металлической конструкции 3 перед заглушкой и ликвидацией скважины 2, имеющей устье 51. Скважинный узел 60 включает первую часть трубчатой линии и вторую часть трубчатой линии, причем скважинный закрывающий блок 1 расположен между первой частью и второй частью. Скважинный закрывающий блок 1 включает первый элемент 5, включающий первое отверстие 6, второе отверстие 7 и гидравлическое сообщение 8 между первым отверстием 6 и вторым отверстием 7. Первое отверстие 6 расположено ближе к устью 51, чем второе отверстие 7 и на расстоянии от второго отверстия 7. Первое отверстие 6 имеет первое соединение 9 и соединяется с первой частью 10 трубчатой линии 4, а второе отверстие 7 имеет второе соединение 11 и соединяется со второй частью 12 трубчатой линии 4. Первый элемент 5 имеет первое состояние, в котором гидравлическое сообщение 8 открыто, как показано на Фигуре 1, и второе состояние, в котором гидравлическое сообщение 8 перекрыто, как показано на Фигуре 6 или 7. Первый элемент 5 на Фигуре 1 показан в его первом состоянии, в котором первая часть 10 трубчатой линии 4 находится в гидравлическом сообщении со второй частью 12 трубчатой линии 4 через канал 14 для гидравлического сообщения / канал для текучей среды в первом элементе 5 скважинного закрывающего блока 1. Первый элемент имеет первую внешнюю форму в первом состоянии, в котором канал для гидравлического сообщения открыт, и вторую внешнюю форму во втором состоянии, в котором канал для гидравлического сообщения закрыт, причем вторая внешняя форма по меньшей мере частично отличается от первой внешней формы, как показано на Фигуре 7, или полностью отличается, как показано на Фигуре 6. Первый элемент меняет состояние с первого состояния на второе состояние через по меньшей мере частично жидкое состояние для перекрытия канала для гидравлического сообщения, таким образом, меняя свою внешнюю форму с первой внешней формы на вторую внешнюю форму после затвердевания.

Первая часть контрольной линии 4, таким образом не имеет прямого соединения со

второй частью 12 трубчатой линии 4 в первом состоянии, а соединяется через трубчатую линию 4 таким образом, что трубчатая линия 4 не проникает в первый элемент 5. Контрольная линия, таким образом, образуется первой частью 10 трубчатой линии 4, каналом 14 для текучей среды в первом элементе 5 и второй частью 12 трубчатой линии 4. Гидравлическое сообщение 8 обеспечивается сквозным отверстием 14, образующим канал 14 для текучей среды в первом элементе 5 от первого отверстия 6 до второго отверстия 7. Таким образом, первый элемент 5 является беструбным, в том смысле, что трубчатая линия 4 не проходит ни через первый элемент 5, ни через сквозное отверстие 14 первого элемента 5.

Благодаря наличию скважинного закрывающего блока 1, обеспечивающего гидравлическое сообщение первой части 10 трубчатой линии 4 со второй частью 12 трубчатой линии 4, канал для гидравлического сообщения 8 может быть легко перекрыт, и первая часть 10 трубчатой линии 4 может быть вытянута из скважины перед заглушкой и ликвидацией скважины с помощью цемента. Скважинный закрывающий блок 1, таким образом, обеспечивает очень безопасный способ ликвидации скважины, имеющей контрольную линию для управления скважинным компонентом. Канал для гидравлического сообщения 8 может быть перекрыт двумя способами: либо путем перекрытия канала 14 для текучей среды, обеспечивающего гидравлическое сообщение 8 в первом элементе 5 скважинного закрывающего блока 1, как показано на Фигуре 6, либо путем отделения первой части 10 трубчатой линии 4 от второй части 12 трубчатой линии 4, как показано на Фигуре 7, и герметизации конца второй части 12 трубчатой линии 4. Когда канал 14 для текучей среды перекрыт, цемент окружает первый элемент 5, упирается в него и герметизирует, а когда предусмотрено отделение, цемент непосредственно окружает внешнюю поверхность 45 скважинной трубчатой металлической конструкции 3, упирается в нее и герметизирует, поскольку первый элемент 5 был смещен вниз в его вторую внешнюю форму, и открывается доступ к внешней поверхности 45 скважинной трубчатой металлической конструкции 3 по всей окружности скважинной трубчатой металлической конструкции 3. В любом случае цемент не окружает трубчатую линию / контрольную линию 4, и риск утечки в скважине вдоль трубчатой линии / контрольной линии 4 отсутствует.

Первый элемент 5 меняет состояние и внешнюю форму, когда первый элемент 5 нагревается выше заданной температуры, при которой первый элемент 5 приобретает способность к формованию или разжижается, и, таким образом, первый элемент 5 отсоединяется от первой части 10 трубчатой линии 4 и накапливается вокруг и сверху второй части 12 трубчатой линии 4 таким образом, чтобы герметически изолировать

вторую часть 12 трубчатой линии 4 от первой части 10 трубчатой линии 4, как показано на Фигуре 6, и первая часть трубчатой линии может быть вытянута из скважины, оставляя от нескольких метров до сотен метров скважинной трубчатой металлической конструкции, которая не имеет трубчатой линии, и, таким образом, цемент может обеспечивать надлежащую герметичность между скважинной трубчатой металлической конструкцией и внутренней поверхностью ствола скважины или другой скважинной трубчатой металлической конструкцией.

Как можно видеть на Фигуре 1, скважинная трубчатая металлическая конструкция 3 имеет осевую протяженность L , и первый элемент 5 имеет длину L_E вдоль осевой протяженности L , составляющую по меньшей мере 2 см, предпочтительно по меньшей мере 5 см. В другом варианте реализации длина первого элемента 5 может составлять по меньшей мере 5 метров, предпочтительно по меньшей мере 10 метров, более предпочтительно свыше 10 метров. Первый элемент 5 включает постпереходный металлический материал, такой как висмут, и, таким образом, первый элемент 5 включает материал, расширяющийся при затвердевании. Первый элемент 5 может быть выполнен из легкоплавкого сплава, такого как материал, переходящий в жидкое состояние при температуре выше 130 градусов Цельсия, и/или эвтектического сплава.

Первый элемент 5 может включать легкоплавкий сплав, такой как висмuto-оловянный (Bi/Sn) сплав, и может быть эвтектическим сплавом. Сплав может быть висмuto-оловянным (Bi/Sn) сплавом в соотношении 58/42, который плавится / затвердевает при 138 градусах Цельсия ($^{\circ}\text{C}$). Сплав является более плотным, чем текучая среда, заполняющая скважину, как правило, вода или солевой раствор, и, таким образом, вытесняет окружающую скважинную текучую среду в гидравлическом сообщении 8, что способствует образованию надежной и герметичной связи и перекрытию гидравлического сообщения 8 при активации. Относительно высокая плотность сплава в результате также дает текучий и поддающийся формованию сплав, ведущий себя относительно прогнозируемо. Сплавы проходят отбор на высокую мобильность, таким образом, чтобы текучий или поддающийся формованию сплав мог втекать в сквозное отверстие и заполнять его. Затвердевшие сплавы, таким образом, могут быть эффективны для герметизации гидравлического сообщения 8, а также могут надежно зацепляться с цементом, когда цемент находится вокруг первого элемента 5 для обеспечения пробки для заглушки и ликвидации. Сплавы отбирают на совместимость с другими элементами скважинного закрывающего блока и материалом стенки ствола, а также на совместимость с условиями в стволе, например, относительно высокими окружающими температурами ствола или присутствием коррозионных материалов, таких как сероводород и диоксид углерода, который способен разрушать или иным

образом неблагоприятно влиять на другие материалы. В альтернативном или дополнительном варианте первый элемент может включать термопластический или какой-либо другой материал или смесь материалов. В затвердевшем состоянии материал первого элемента может включать аморфное твердое вещество.

Как показано на Фигуре 2, скважинный закрывающий блок 1 включает фланец 15 на втором отверстии 7. Когда первый элемент 5 нагревается и, таким образом, приобретает поддающееся формованию или разжиженное состояние, фланец 15 образует юбку после затвердевания, и, таким образом, первый элемент 5 затвердевает вокруг фланца 15 и, таким образом, над второй частью 12 трубчатой линии 4, как показано на Фигуре 8. Благодаря наличию фланца 15, затвердевание контролируют, чтобы оно происходило в позиции вокруг фланца 15 и второй части 12 трубчатой линии 4 для герметичной изоляции конца второй части 12, ближайшего к первой части 10. Первая часть 10 трубчатой линии 4 остается открытой после смены состояния первого элемента 5 на второе состояние, в котором гидравлическое сообщение 8 перекрывается. Как показано на Фигуре 3, скважинный закрывающий блок 1 включает сетку 19 в нижней части первого элемента 5 для образования юбки, вокруг которой затвердевает материал первого элемента 5, такой как висмут или легкоплавкий сплав. Первый элемент также может затвердевать до достижения фланца, как показано на Фигуре 9, открывая только первую часть трубчатых линий, чтобы первые части могли быть вытянуты из скважины.

Скважинный закрывающий блок 1 может включать один канал для гидравлического сообщения 8, 14, как показано на Фигуре 1, для обеспечения одного гидравлического сообщения 8 контрольной линии 4. Как показано на Фигуре 2, скважинный закрывающий блок 1 включает три гидравлических сообщения 8 в форме трех каналов 14 для текучей среды, и, таким образом, текучая среда соединяет первую часть 10 и вторую часть 12 трех трубчатых линий 4, 4а, 4b, 4с. Трубчатые линии 4, 4а, 4b, 4с применяют для гидравлического сообщения или электрического сообщения и, таким образом, переноса гидравлической текучей среды или электрического проводника. Соответственно, скважинный закрывающий блок 1 может включать множество гидравлических сообщений 8, гидравлически соединяющих первую и вторую части 10, 12 множества трубчатых линий 4, 4а, 4b, 4с.

С целью нагрева первого элемента 5 скважинный закрывающий блок 1 может включать нагревательный элемент 16 и источник питания 17, такой как батарея, как показано на Фигуре 3. Нагревательный элемент 16 расположен в двух сквозных отверстиях 14 в первом элементе 5 на обеих сторонах канала 14 для текучей среды,

соединяющего первую часть 10 и вторую часть 12 трубчатой линии 4. При местном нагревании материал первого элемента 5 сначала приобретает способность к формованию или разжижается а затем расширяется во время затвердевания, перекрывая гидравлическое сообщение 8 между первой частью 10 и второй частью 12 трубчатой линии 4. Таким образом, первый элемент 5 меняет форму только в определенном месте для заполнения канала 14 для текучей среды и, таким образом, перекрытия гидравлического сообщения 8. Оставшаяся часть первого элемента 5 остается неизменной даже при том, что первый элемент 5 меняет состояние с первого состояния на второе состояние. Поддающаяся формованию или разжижающаяся часть материала первого элемента 5 затвердевает вокруг сетки 19 и заполняет по меньшей мере нижнюю часть канала 14 для текучей среды, ближайшую ко второй части 12 трубчатой линии 4. Нагревательный элемент 16, таким образом, может быть расположен в верхней части скважинного закрывающего блока 1, ближайшей к первой части 10 трубчатой линии 4, и поддающаяся формованию или разжижающаяся часть первого элемента 5 затвердевает, когда течет в нижнюю часть канала 14 для текучей среды.

Скважинный закрывающий блок 1 может нагреваться изнутри скважинной трубчатой металлической конструкции 3 кабельным инструментом 35, имеющим нагревательный элемент 16, как показано на Фигуре 4В. Скважинный закрывающий блок 1 полностью окружает скважинную трубчатую металлическую конструкцию 3 на Фигуре 2 и лишь частично окружает ее на Фигуре 1. Скважинный закрывающий блок 1 может быть зафиксирован в зажимном режиме на скважинной трубчатой металлической конструкции 3 или приварен к ней. Скважинный закрывающий блок 1 также может быть закреплен лишь на первой части 10 и второй части 12 трубчатой линии 4 и, таким образом, не закреплен на скважинной трубчатой металлической конструкции 3.

Первый элемент 5 может включать по меньшей мере первый материал и второй материал, причем первый материал является постпереходным металлическим материалом, таким как висмут или сплав висмута, а второй материал не является постпереходным металлом и имеет более высокую точку плавления по сравнению с первым материалом. Второй материал в таком случае может образовывать решетку или сетку, вокруг которой затвердевает первый материал, и, таким образом может контролировать позицию, в которой затвердевает первый материал. Второй материал может быть образован в форме сетки 19 поблизости от второго конца элемента, включающего второе отверстие 7. Первый материал может включать эвтектический сплав, такой как сплав висмута, причем второй материал не является постпереходным

металлом и имеет более высокую точку плавления по сравнению с первым материалом.

На Фигурах 5А и 5В показан скважинный затрубный барьер 50 для расширения в кольцевом пространстве 20 между скважинной трубчатой металлической конструкцией 3 и стенкой 21 ствола скважины 22 или другой скважинной трубчатой металлической конструкцией (не показана) в скважине с целью обеспечения изоляции зоны между первой зоной 101 и второй зоной 102 ствола скважины 22. Затрубный барьер 50 включает трубчатую металлическую часть 23, установленную как часть скважинной трубчатой металлической конструкции 3, причем трубчатая металлическая часть 23 имеет внешнюю поверхность 24 и внутреннее пространство 25. Скважинный затрубный барьер 50 также включает расширяемую металлическую втулку 26, окружающую трубчатую металлическую часть 23 и имеющую внутреннюю поверхность 27 втулки, которая обращена к трубчатой металлической части 23, и внешнюю поверхность 28 втулки, которая обращена к стенке 21 ствола скважины 22. Каждый конец 29 расширяемой металлической втулки 26 соединен с трубчатой металлической частью 23, образуя кольцевое пространство 30 между внутренней поверхностью 27 расширяемой металлической втулки 26 и трубчатой металлической частью 23. Скважинный затрубный барьер 50 также включает скважинный закрывающий блок 1, расположенный на внешней поверхности 24. Скважинный закрывающий блок 1 гидравлически соединяет первую часть 10 трубчатой линии 4 и вторую часть 12 трубчатой линии 4. Первая часть 10 трубчатой линии 4 проникает в первую соединительную часть 41, соединяющую один конец 29 расширяемой металлической втулки 26 и трубчатую металлическую часть 23, а вторая часть 12 трубчатой линии 4 проникает во вторую соединительную часть 42, соединяющую один конец 29 расширяемой металлической втулки 26 и трубчатую металлическую часть 23. Скважинный закрывающий блок 1, первая часть 10 и вторая часть 12 трубчатой линии 4 гидравлически соединяют первую зону 101 и вторую зону 102.

На Фигуре 5А материал первого элемента 5 находится в его первом состоянии, обеспечивающем гидравлическое сообщение 8 между первой частью 10 и второй частью 12 трубчатой линии 4. Как показано на Фигуре 5В, первый элемент 5 был разжижен, а затем затвержден вокруг второй части 12 трубчатой линии 4, таким образом, герметизируя отверстие 39 на верхнем конце 40 второй части 12 трубчатой линии 4. Таким образом, первый элемент 5 деформируется в нижней части кольцевого пространства 30, герметизируя вторую часть 12 трубчатой линии 4 в кольцевом пространстве 30.

Таким образом, благодаря наличию скважинного закрывающего блока 1, расположенного в кольцевом пространстве 30 затрубного барьера 50, обеспечивается очень простой способ гидравлического отсоединения трубчатой линии 4, которая через него проходит, и, таким образом, затрубный барьер 50 может образовывать часть заглушки и ликвидации скважины, поскольку не может произойти утечка через затрубный барьер 50, когда первый элемент 5 перешел из первого состояния во второе состояние.

Скважинный затрубный барьер 50 также включает клапанный блок 43 для регулирования потока текучей среды изнутри трубчатой металлической части 23 в кольцевое пространство 30 для расширения расширяемой металлической втулки 26, как показано на Фигурах 5А и 5В. Клапанный блок 43 также включает функцию выравнивания давления, в которой давление в кольцевом пространстве 30 выравнивается с наиболее высоким давлением в первой зоне 101 и второй зоне 102.

С целью формования или разжижения по меньшей мере части первого элемента 5 гидравлическое сообщение 8 в первом элементе 5 может включать по меньшей мере топливную часть из термитного материала. Стенка 21 сквозного отверстия 14, создающего гидравлическое сообщение 8 между первой частью 10 и второй частью 12 трубчатой линии 4 по меньшей мере частично выполнена из термита или покрыта термитом, который является пиротехнической композицией металлического порошка или оксида металла.

Вместо нагревательного элемента 16 нагревание может быть выполнено путем закачивания активирующей текучей среды по трубчатой линии 4. Активирующая текучая среда является химическим веществом, создающим экзотермический процесс в первом элементе 5, или активирующая текучая среда включает оксид металла алюминия, например, частицы оксида металла алюминия. Окислители могут включать оксид висмута(III), оксид бора(III), оксид кремния(IV), оксид хрома(III), оксид марганца(IV), оксид железа(III), оксид железа(II,III), оксид меди(II) оксид свинца(II,IV). Топливная часть в первом элементе 5 может включать алюминий, магний, титан, цинк, кремний или бор. Скважинный закрывающий блок 1 также может включать батарею, запитывающую зажигатель для создания искры, для зажигания термитного материала для нагревания первого элемента 5.

Как показано на Фигурах 4А - 4F, скважинная система включает скважинную трубчатую металлическую конструкцию 3, имеющую внешнюю поверхность 45, и скважинный закрывающий блок 1, соединенный с внешней поверхностью 45. Как

показано на Фигуре 4В, скважинная система также включает кабельный инструмент 35, включающий нагревательный элемент 16 для нагрева первого элемента 5.

Гидравлическое сообщение 8 в скважинном закрывающем блоке 1, обеспечивающем гидравлическое сообщение первой части 10 трубчатой линии 4 со второй частью 12 трубчатой линии 4, окончательно перекрывается перед заглушкой и ликвидацией скважины сначала путем вставки скважинной трубчатой металлической конструкции 3, имеющей компонент заканчивания 52 и контрольную линию в трубчатой линии 4 для эксплуатации компонента заканчивания 52, как показано на Фигуре 4А, затем нагрева первого элемента 5 таким образом, чтобы материал первого элемента 5 по меньшей мере частично менял состояние на более разжиженное или поддающееся формованию состояние скважинного закрывающего блока 1а, а затем расширение материала первого элемента 5 во время затвердевания материала первого элемента 5 и, таким образом, перекрытие гидравлического сообщения 8 между первым отверстием 6 и вторым отверстием 7, как показано на Фигуре 4С. Нагревание выполняют путем активации нагревательного элемента 16 в первом элементе 5 или вставки кабельного инструмента 35 с упором в первый элемент 5, как показано на Фигуре 4В. После изменения состояния с первого состояния на второе состояние и, таким образом, перекрытия гидравлического сообщения 8 и обеспечения расстояния 47 между первой частью 10 и второй частью 12 трубчатой линии 4, первую часть скважинной трубчатой металлической конструкции 3 отделяют от второй части скважинной трубчатой металлической конструкции 3 в позиции напротив первого элемента 5 перед нагреванием первого элемента 5, например, при помощи кабельного инструмента 35, имеющего режущий инструмент 36 и анкерную секцию 37, как показано на Фигуре 4D. Затем первую часть скважинной трубчатой металлической конструкции 3 вытягивают из скважины, как показано на Фигуре 4Е, а потом устанавливают пробку 33 во второй части скважинной трубчатой металлической конструкции 3 и цемент 34 помещают сверху на пробку 33 и скважинный закрывающий блок 1, как показано на Фигуре 4F. Для закрепления кабельного инструмента 35 в скважинной трубчатой металлической конструкции 3 кабельный инструмент 35 дополнительно может включать инструмент для возвратно-поступательного перемещения. Кабельный инструмент 35 может иметь приводной блок 38, такой как самодвижущийся блок, для продвижения кабельного инструмента 35 вперед в скважине, как показано на Фигуре 4В. Вместо заглушки и ликвидации скважины вторую первую часть скважинной трубчатой металлической конструкции 3 вставляют вместо извлеченной первой части скважинной трубчатой металлической конструкции 3.

Инструмент для возвратно-поступательного перемещения является инструментом, обеспечивающим осевое усилие. Инструмент для возвратно-поступательного перемещения включает электродвигатель для приведения насоса в действие. Насос закачивает текучую среду в корпус поршня для приведения в движение действующего в нем поршня. Поршень расположен на шатуне. Насос может выкачивать жидкость из корпуса поршня с одной стороны и одновременно всасывать текучую среду с другой стороны поршня.

Под "текучей средой" или "скважинной текучей средой" понимают любой тип текучей среды, которая может присутствовать в нефтяных или газовых скважинах, например, природный газ, нефть, нефтяной буровой раствор, сырую нефть, воду и так далее. Под "газом" понимают любой тип газовой смеси, присутствующей в скважине, законченной или с открытым стволом, а под "нефтью" понимают любой тип нефтяной смеси, например, сырая нефть, нефтесодержащая текучая среда и так далее. Таким образом, в состав текучих сред газа, нефти и воды могут входить другие элементы или вещества, которые не являются газом, нефтью и/или водой, соответственно.

Под "обсадной колонной" или "скважинной трубчатой металлической конструкцией" подразумевается любой вид трубы, трубчатого элемента, трубопровода, внутренней обшивки, колонны труб и т. д., используемый в скважине под землей в связи с добычей нефти или природного газа.

В том случае, когда невозможно полностью погрузить инструмент в обсадную колонну, для проталкивания инструмента до нужного положения в скважине может быть использован самодвижущийся блок, такой как скважинный трактор. Скважинный трактор может иметь выдвигаемые плечи, имеющие колеса, причем колеса контактируют с внутренней поверхностью обсадной колонны для продвижения трактора и инструмента вперед в обсадной колонне. Скважинный трактор представляет собой любой тип приводного инструмента, способного толкать или тянуть инструменты в скважине, такой как Well Tractor®.

Хотя изобретение было описано выше в связи с предпочтительными вариантами осуществления изобретения, специалисту в данной области техники будет ясно, что допустимы несколько модификаций без отклонения от сущности изобретения, определенной нижеследующей формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Скважинный узел (60) для постоянной герметизации контрольной линии, контролирующей скважинный компонент (52) скважинной трубчатой металлической конструкции (3), перед заглушкой и ликвидацией скважины (2), имеющей устье (51), который включает:

- первую часть (10) трубчатой линии (4),
- вторую часть (12) трубчатой линии (4),
- закрывающий блок (1), расположенный между первой частью и второй частью трубчатой линии и включающий:

- первый элемент (5), включающий первое отверстие (6), второе отверстие (7) и канал (8, 14) для гидравлического сообщения между первым отверстием и вторым отверстием; первое отверстие расположено ближе к устью, чем второе отверстие; первое отверстие имеет первое соединение (9) с первой частью (10) трубчатой линии (4), и второе отверстие имеет второе соединение (11) со второй частью (12) трубчатой линии,

причем первый элемент имеет первую внешнюю форму в первом состоянии, в котором канал для гидравлического сообщения открыт, и вторую внешнюю форму во втором состоянии, в котором канал для гидравлического сообщения закрыт; вторая форма по меньшей мере частично отличается от первой внешней формы.

2. Скважинный узел по п. 1, отличающийся тем, что первый элемент меняет состояние с первого состояния на по меньшей мере частично жидкое или поддающееся формованию состояние для перекрытия канала для гидравлического сообщения.

3. Скважинный узел по п. 1, отличающийся тем, что первый элемент имеет сквозное отверстие (14), обеспечивающее канал для гидравлического сообщения (8).

4. Скважинный узел по п. 2, отличающийся тем, что сквозное отверстие проходит в пределах первого элемента между первым отверстием и вторым отверстием и проходит от первой части трубчатой линии до второй части трубчатой линии.

5. Скважинный узел по пп. 2 или 3, отличающийся тем, что сквозное отверстие гидравлически соединяет первую часть трубчатой линии со второй частью трубчатой линии.

6. Скважинный узел по пп. 1 или 2, отличающийся тем, что трубчатая линия не

проникает в первый элемент.

7. Скважинный узел по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первый элемент включает постпереходный металл.

8. Скважинный узел по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первый элемент включает материал, расширяющийся при затвердевании.

9. Скважинный узел по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первый элемент включает фланец (15) на втором отверстии.

10. Скважинный узел по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что первый элемент включает по меньшей мере первый материал и второй материал; первый материал является постпереходным металлическим материалом, таким как висмут или сплав висмута, а второй материал является не постпереходным металлом и имеет более высокую точку плавления по сравнению с первым материалом.

11. Скважинный узел по любому из предшествующих пунктов, также включающий нагревательный элемент (16).

12. Скважинный затрубный барьер (50) для расширения в кольцевом пространстве (20) между скважинной трубчатой металлической конструкцией (3) и стенкой (21) ствола скважины (22) или другой скважинной трубчатой металлической конструкцией (3а) в скважине, с целью обеспечения изоляции зоны между первой зоной (101) и второй зоной (102) ствола скважины; затрубный барьер включает:

- трубчатую металлическую часть (23), приспособленную для установки как часть скважинной трубчатой металлической конструкции; трубчатая металлическая часть имеет внешнюю поверхность (24) и внутреннее пространство (25),

- расширяемую металлическую втулку (26), окружающую трубчатую металлическую часть и имеющую внутреннюю поверхность (27) втулки, обращенную к трубчатой металлической части, и внешнюю поверхность (28) втулки, обращенную к стенке ствола скважины; каждый конец (29) расширяемой металлической втулки соединен с трубчатой металлической частью, и

- кольцевое пространство (30) между внутренней поверхностью расширяемой металлической втулки и трубчатой металлической частью,

причем затрубный барьер также включает скважинный узел по любому из предшествующих пунктов, расположенный на внешней поверхности (24).

13. Скважинная система, включающая скважинную трубчатую металлическую конструкцию, имеющую внешнюю поверхность, и скважинный узел по любому из пунктов 1 - 10, который соединен с внешней поверхностью.

14. Скважинная система по п. 12, также включающая кабельный инструмент (35), включающий нагревательный элемент для нагревания первого элемента.

15. Способ постоянного перекрытия гидравлического сообщения в скважинном узле по любому из пунктов 1 - 11 для постоянной герметизации контрольной линии перед заглушкой и ликвидацией скважины, включающий:

- вставку скважинной трубчатой металлической конструкции (3), имеющей компонент заканчивания (52) и контрольную линию, в трубчатую линию (4) для эксплуатации компонента заканчивания; скважинная трубчатая металлическая конструкция включает скважинный узел по любому из пунктов 1 - 14, соединяющий первую часть (10) трубчатой линии (4) со второй частью (12) трубчатой линии (4),

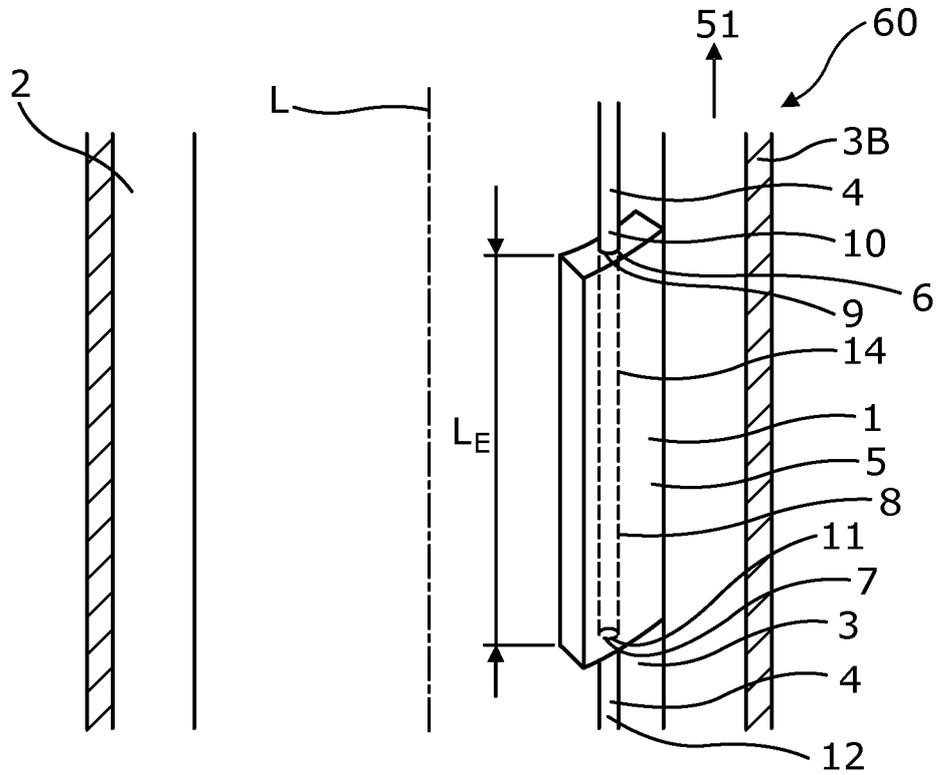
- нагревание первого элемента таким образом, чтобы материал первого элемента по меньшей мере частично менял состояние на более разжиженное или поддающееся формованию состояние, и

- затвердевание по меньшей мере части первого элемента на расстоянии (47) от первой части трубчатой линии с образованием зазора между первой частью трубчатой линии и второй частью трубчатой линии.

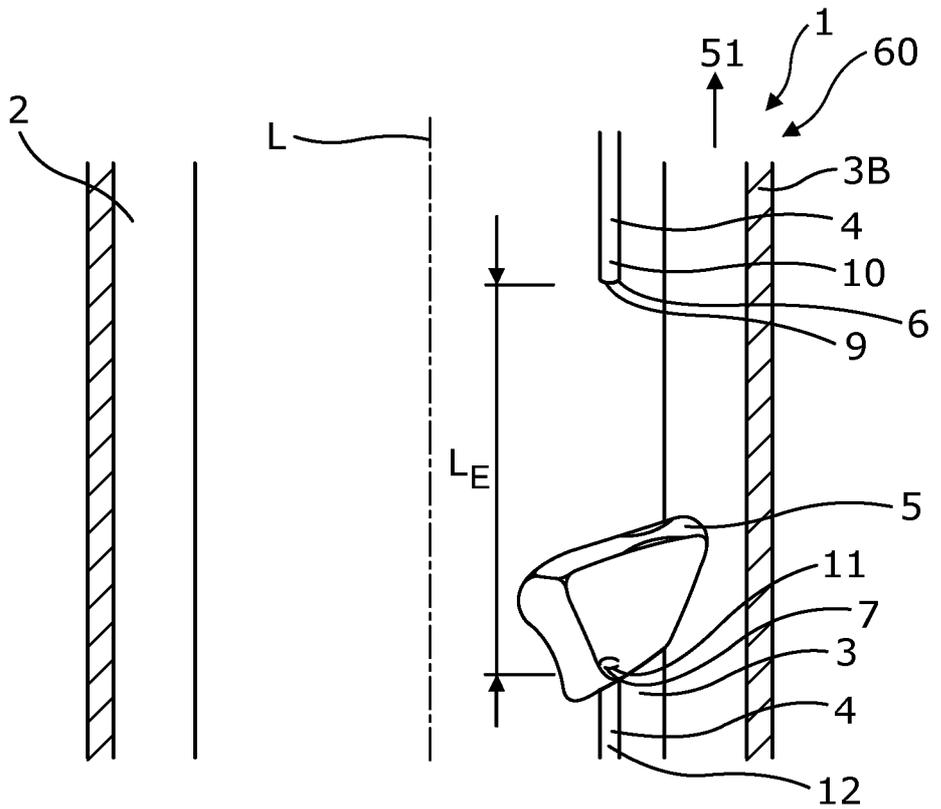
16. Способ по п. 15, также включающий отделение первой части скважинной трубчатой металлической конструкции от второй части скважинной трубчатой металлической конструкции в позиции напротив первого элемента перед нагреванием первого элемента.

17. Способ по п. 16, также включающий вытягивание первой части скважинной трубчатой металлической конструкции из скважины, установку пробки (33) во второй части скважинной трубчатой металлической конструкции и помещение цемента (34) сверху на пробку и скважинный узел.

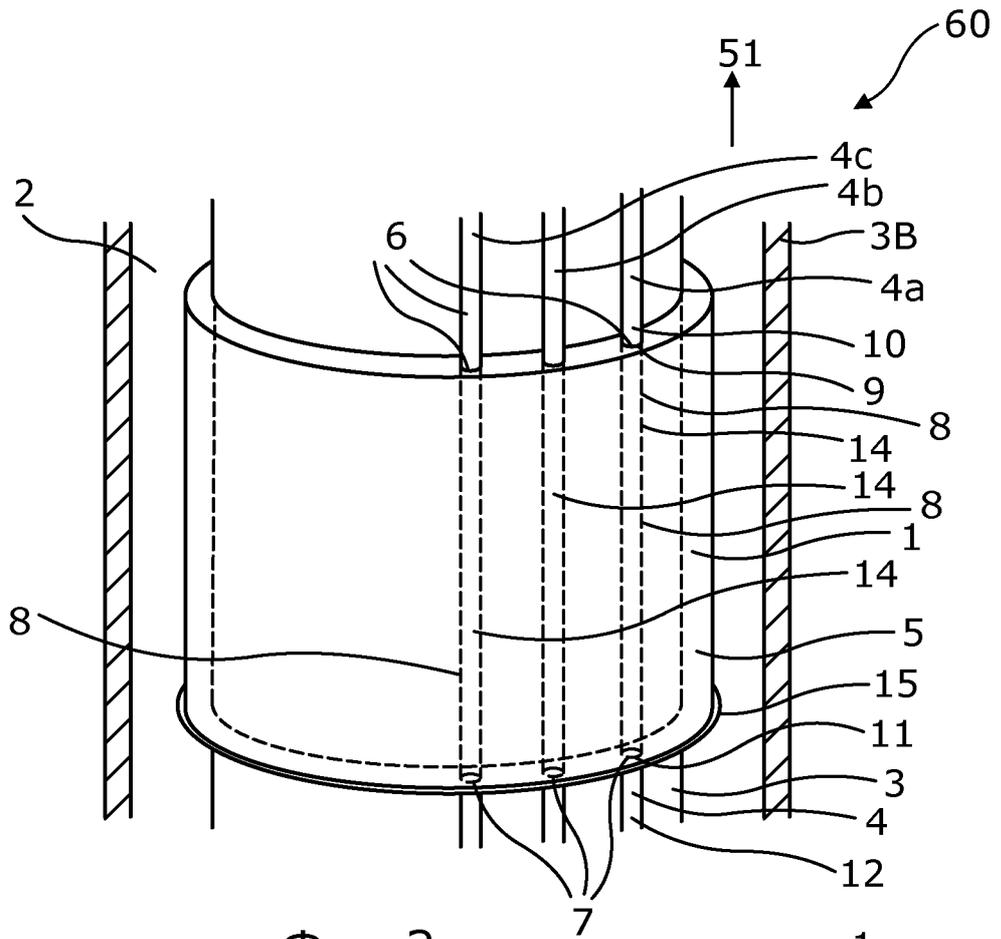
1/6



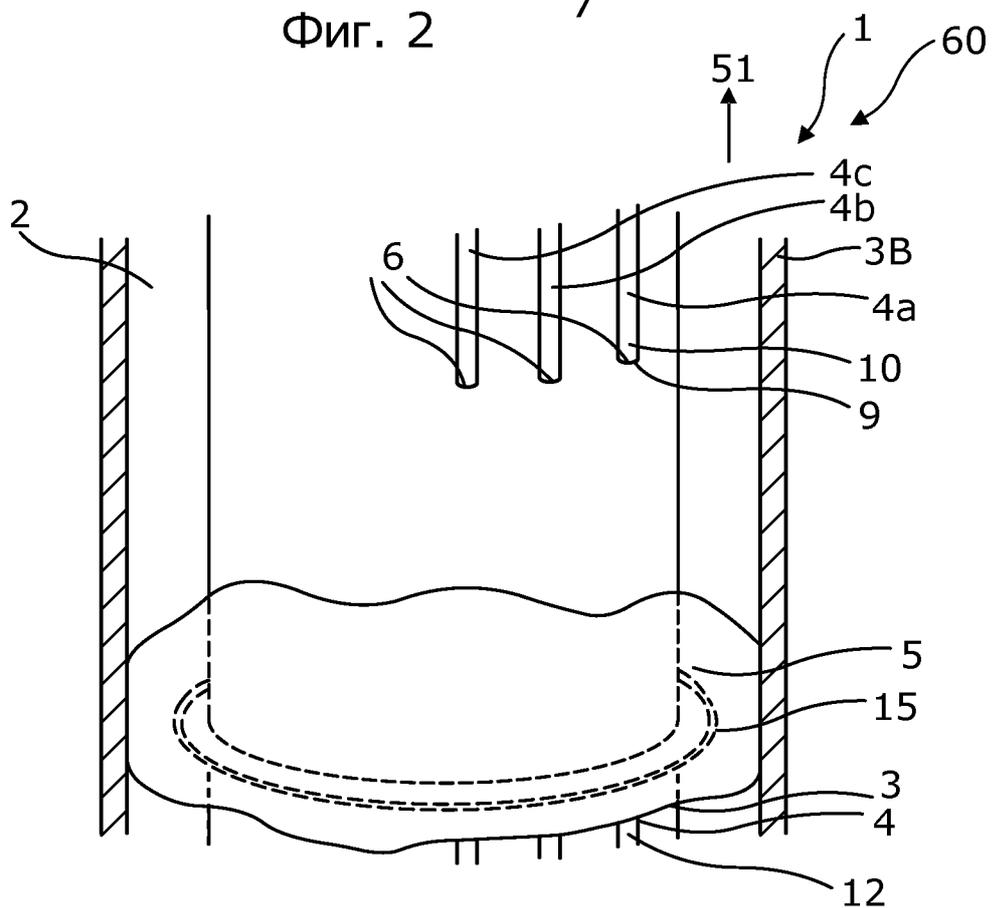
Фиг. 1



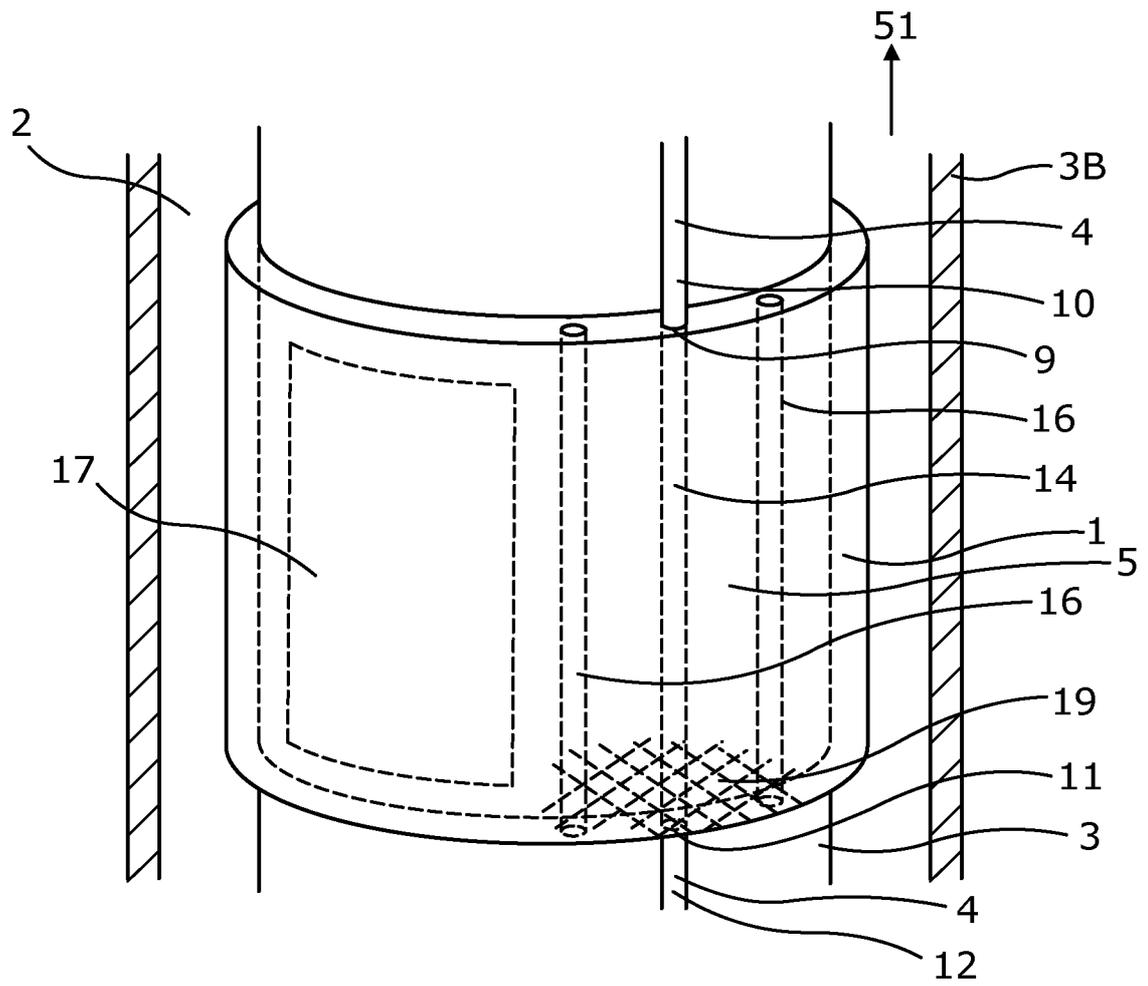
Фиг. 6



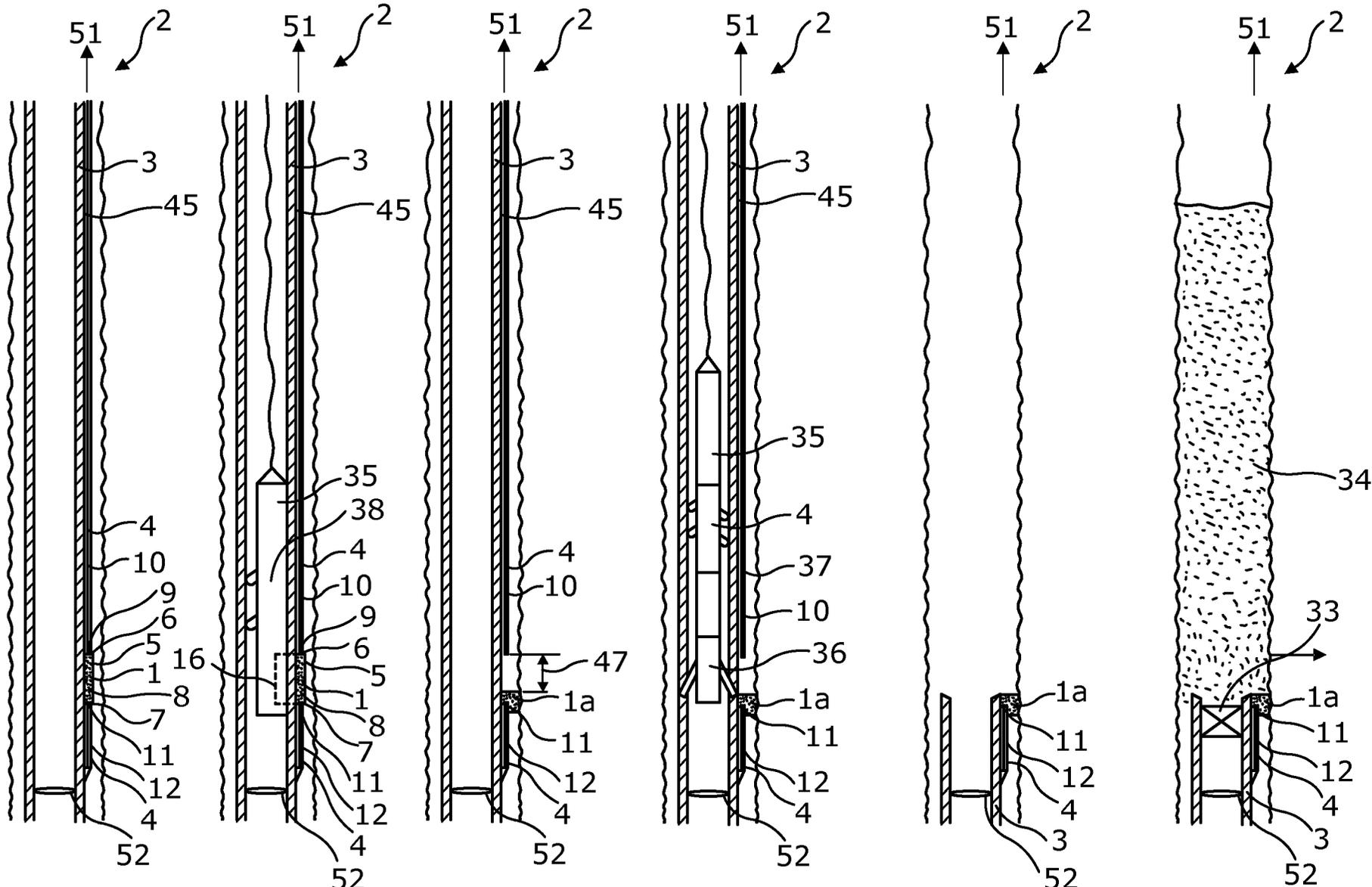
Фиг. 2



Фиг. 8



Фиг. 3



Фиг. 4А

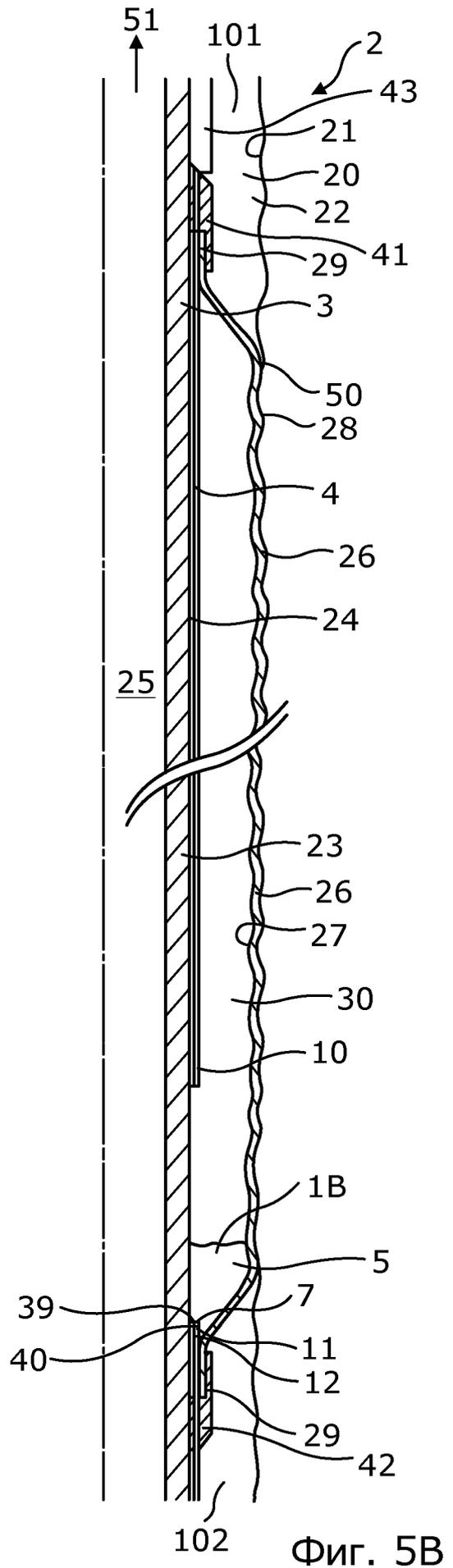
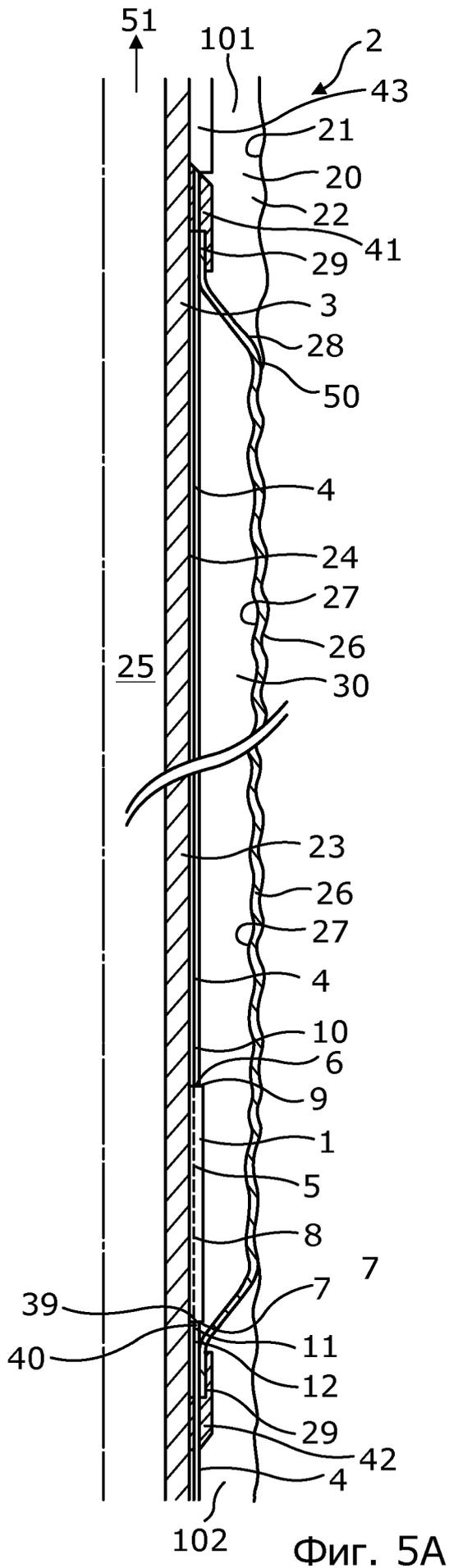
Фиг. 4В

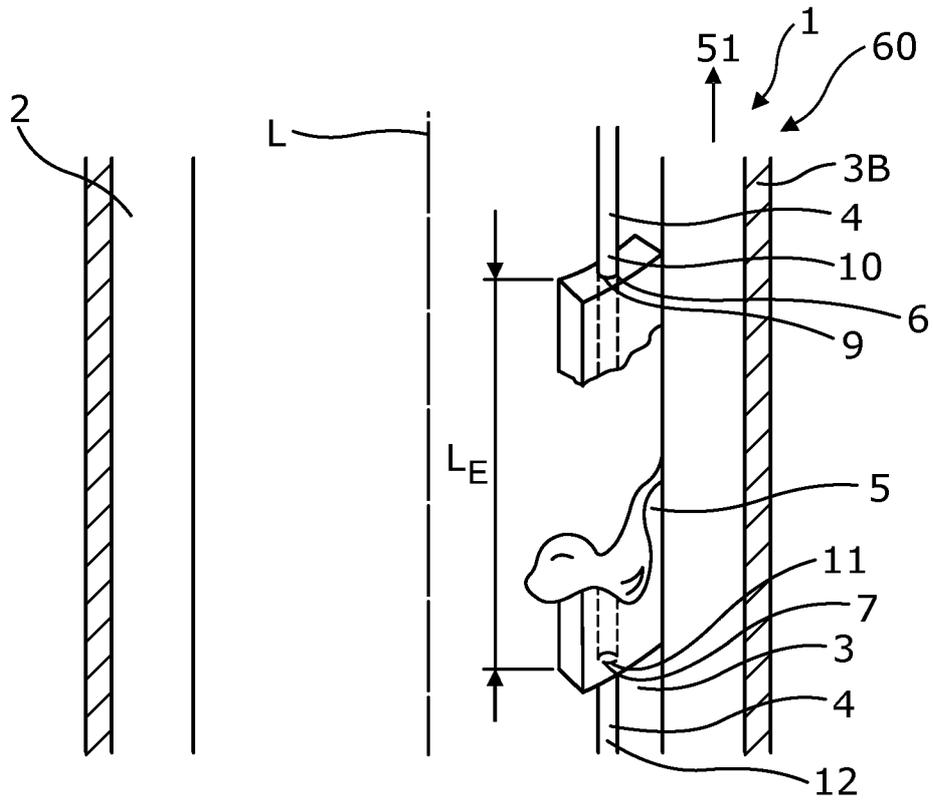
Фиг. 4С

Фиг. 4D

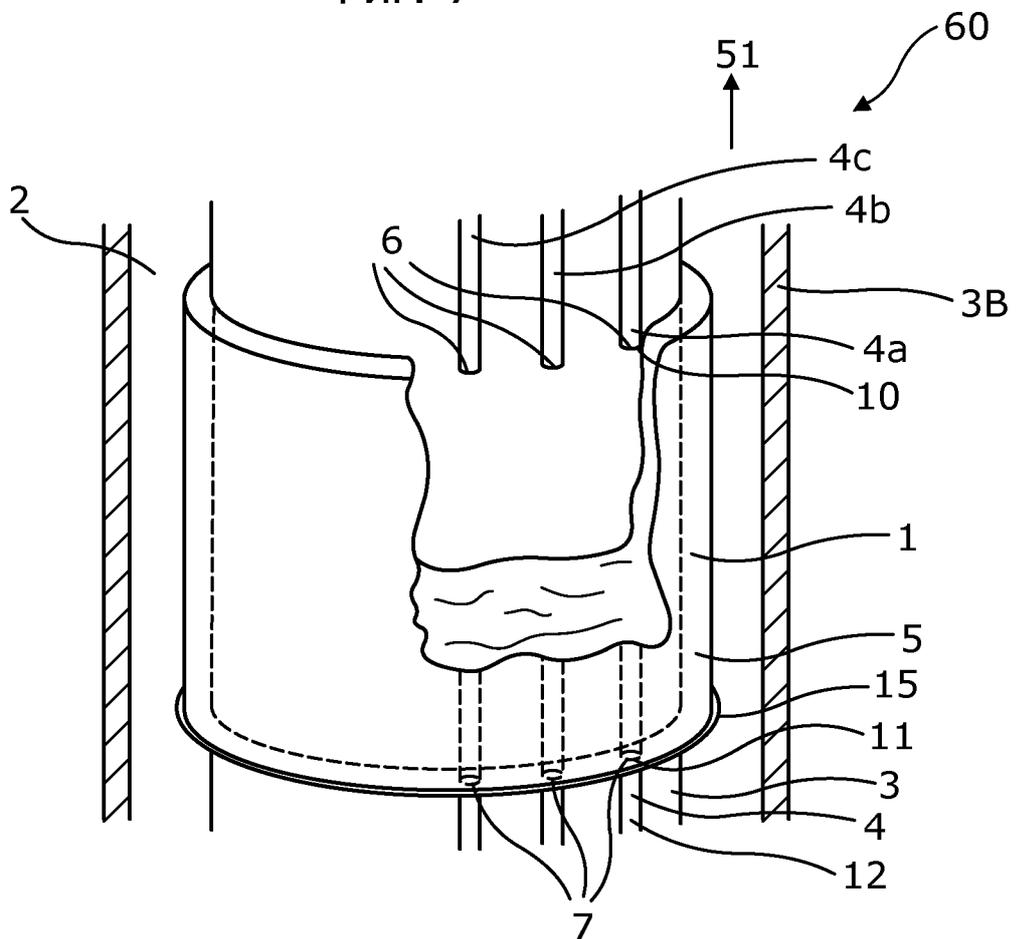
Фиг. 4Е

Фиг. 4F





Фиг. 7



Фиг. 9