

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043798**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.06.26

(51) Int. Cl. *E21B 33/13* (2006.01)
E21B 43/112 (2006.01)

(21) Номер заявки
202192844

(22) Дата подачи заявки
2020.05.12

(54) **ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОБИВКИ И ЗАКАЧКИ ДЛЯ СКВАЖИННОЙ ОБСАДНОЙ КОЛОННЫ И СПОСОБ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ**

(31) **19174667.6**

(56) US-A-4640362
US-A-4928757
US-A-2381929

(32) **2019.05.15**

(33) **EP**

(43) **2022.03.03**

(86) **PCT/EP2020/063116**

(87) **WO 2020/229440 2020.11.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ШЕЛЛ ИНТЕРНЭШНЛ РИСЕРЧ
МААТСХАППИЙ Б.В. (NL)**

(72) Изобретатель:
**Корнелиссен Эрик Керст, Корнелиссен
Ирис, Олиукс Роббе Ибн, Ван Морсел
Сам Герард (NL)**

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

(57) Скважинный инструмент, который содержит корпус инструмента, имеющий продольную ось, снабженный элементом для пробивки, для пробивки отверстия в стенке обсадной колонны и закачки герметика через указанное отверстие. Трубка имеет канал для текучей среды для установления сообщения по текучей среде внутри корпуса инструмента с внешней стороной корпуса инструмента через канал для текучей среды. Нажимное устройство действует на элемент для пробивки, прикладывая усилие к элементу для пробивки в радиальном направлении наружу от корпуса инструмента. Обратный клапан расположен в указанном канале для текучей среды, который обеспечивает сообщение по текучей среде в направлении внутри корпуса инструмента к внешней части корпуса инструмента и который блокирует поток текучей среды в противоположном направлении. При использовании элемент для пробивки может перфорировать стенку обсадной колонны, и герметик может быть закачан в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны.

043798
B1

043798
B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к скважинному инструменту для пробивки отверстия в стенке обсадной колонны и закачки герметика из внутреннего пространства обсадной колонны в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны. Изобретение также относится к способу закачки герметика в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны в стволе скважины.

Уровень техники

При бурении и строительстве стволов скважин в земле обычная практика заключается в установке обсадных колонн. Обычно обсадную колонну цементируют в стволе скважины путем заполнения кольцевого пространства вокруг обсадной колонны цементом. Со временем микрокольца или трещины могут образовываться в теле цемента в кольцевом пространстве или рядом с ним, что может вызвать нежелательные утечки в цементе. Утечки также могут быть результатом плохого смещения или усадки.

Патент США 2381929 описывает инструмент для герметизации пространства между стенкой ствола скважины и ее обсадной колонной. Указанный инструмент выполнен с возможностью перфорации обсадной колонны, а также для закачки герметизирующего материала (такого как обычный цемент или другой гидратирующий материал) в пространство между стенкой ствола скважины и обсадной колонной через перфорацию или перфорации, образованные в ней. В инструменте используется пробойник, который продавливается через обсадную колонну.

После закачки герметизирующего материала через указанную перфорацию пробойник вытягивается обратно в перфорацию обсадной колонны. Указанный пробойник удерживается на месте с помощью винта, изготовленного с относительно небольшим сечением, который предназначен для разрушения при растягивающем напряжении, меньшем, чем требуется для извлечения пробойника из обсадной колонны. Соответственно, когда прикладывают силу, чтобы вернуть средство перфорации и закачки в его нормальное положение, винт ломается, оставляя пробойник зажатым в обсадной колонне.

Инструмент по патенту США 2381929 страдает рядом недостатков. Во-первых, инструмент должен быть способен оказывать на пробойник растягивающее усилие. Кроме того, пробойник необходимо вытягивать обратно в обсадную колонну до того, как герметизирующий материал отвердеет или затвердеет. Однако наиболее важным недостатком является то, что уплотнение, создаваемое пробойником, застрявшим в обсадной колонне, не гарантирует успеха. Если указанное уплотнение является недостаточным, герметизирующий материал будет стекать обратно в обсадную колонну и, таким образом, рискует оставить пустое пространство в кольцевом пространстве.

Сущность изобретения

В одном аспекте предоставляется скважинный инструмент для пробивки отверстия в стенке обсадной колонны и закачки герметика из внутреннего пространства обсадной колонны в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны, содержащий:

корпус инструмента, имеющий продольную ось;

элемент для пробивки, содержащий канал для текучей среды для установления сообщения по текучей среде изнутри корпуса инструмента с внешней частью корпуса инструмента через канал для текучей среды;

нажимное устройство, действующее на элемент для пробивки для прикладывания усилия на элемент для пробивки в радиальном направлении наружу от корпуса инструмента от продольной оси;

обратный клапан, расположенный в указанном канале для текучей среды, который обеспечивает сообщение по текучей среде в направлении изнутри корпуса инструмента к внешней части корпуса инструмента и который блокирует поток текучей среды в противоположном направлении.

В другом аспекте предоставляется способ закачки герметика в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны в стволе скважины, причем указанный способ включает:

прохождение инструмента для пробивки и закачки, содержащего корпус инструмента с продольной осью, в осевом направлении через обсадную колонну, которая предварительно установлена в стволе скважины;

оказание усилия на элемент для пробивки в радиальном направлении наружу от корпуса инструмента, в сторону от продольной оси;

закачку герметика изнутри корпуса инструмента к внешней стороне корпуса инструмента через канал для текучей среды, определенный элементом для пробивки, и обратный клапан, расположенный в указанном канале для текучей среды и обеспечивающий сообщение по текучей среде в направлении изнутри корпуса инструмента к внешней стороне корпуса инструмента и блокирование потока текучей среды в противоположном направлении.

Краткое описание графических материалов

Фигуры графических материалов изображают один или большее количество вариантов реализации изобретения в соответствии с данными принципами, только в качестве примера, не имеющего ограничительного характера. На фигурах одинаковые числовые обозначения относятся к одинаковым или аналогичным элементам.

На фиг. 1 показан схематический вид в разрезе инструмента для пробивки и закачки внутри обсадной колонны с элементом для пробивки, перфорирующим обсадную колонну;

На фиг. 2 показан подробный вид в разрезе элемента для пробивки из фиг. 1.

Подробное описание изобретения

Специалист в данной области техники легко поймет, что, хотя подробное описание изобретения будет проиллюстрировано со ссылкой на один или большее количество вариантов осуществления, каждый из которых имеет определенные комбинации признаков и мер, многие из этих признаков и мер могут применяться в равной степени или аналогичным образом, независимо в других вариантах осуществления или комбинациях.

Раскрыт скважинный инструмент для пробивки отверстия в стенке обсадной колонны и закачки герметика из внутреннего пространства обсадной колонны в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны. В нем используется элемент для пробивки, который можно продавить через стенку обсадной колонны изнутри инструмента, чтобы таким образом перфорировать стенку обсадной колонны. Элемент для пробивки уже может плотно прилегать к стенке обсадной колонны, так как канал для текучей среды доступен для закачки герметика. Затем герметик может быть закачан через канал для текучей среды, обеспеченный внутри элемента для пробивки, и в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны. Обратный клапан удерживает герметик в кольцевом пространстве, и сам элемент для пробивки не нужно перемещать, чтобы избежать обратного потока герметика.

Таким образом, элемент для пробивки может плотно входить в перфорацию, и пути утечки между элементом для пробивки и стенкой обсадной колонны могут быть сведены к минимуму. Преимущество этого инструмента заключается в том, что он позволяет отверждать или схватывать герметик без потери целостности обсадной колонны в случае перепада давления. Фактически, можно создать лучшее уплотнение, поскольку инструмент позволяет создавать предварительное напряжение сжатия на герметике в кольцевом пространстве.

Обратный клапан может быть выполнен во внутренней полости внутри элемента для пробивки. Таким образом, механизм обратного клапана защищен от усилия, которое принимает элемент для пробивки при перфорировании обсадной колонны. Сам обратный клапан защищен от механических нагрузок при перфорации, что гарантирует его работу во время закачки.

В предпочтительном варианте осуществления дистальный конец элемента для пробивки, включая обратный клапан, может быть отсоединен от инструмента и оставлен в стенке обсадной колонны, когда инструмент втягивается. Это обеспечивает значительную экономию времени по сравнению с системами, которые должны оставаться на месте во время процесса отверждения или схватывания.

Упрощенная иллюстрация инструмента представлена на фиг. 1, на которой показан инструмент 1, развернутый внутри ствола обсадной колонны 3. Обсадная колонна 3 может быть зацементирована в ствол скважины или может иметь открытое кольцевое пространство, окружающее обсадную трубу. Кольцевое пространство вокруг обсадной колонны может быть определено открытым стволом (по существу, породой) или другим трубчатым элементом ствола скважины.

Инструмент содержит корпус 5, который проходит вокруг продольной оси А.

Элемент 10 для пробивки содержит канал 12 для текучей среды. Сообщение по текучей среде может быть установлено через канал 12 для текучей среды от корпуса 5 инструмента к внешней стороне корпуса инструмента. Нажимное устройство 14 действует на элемент 10 для пробивки, прикладывая усилие на элемент 10 для пробивки в радиальном направлении наружу от корпуса 5 инструмента, от продольной оси А и предпочтительно поперек продольной оси А. Элемент 10 для пробивки может перфорировать окружающую стенку 7 обсадной колонны.

Соответственно, элемент 10 для пробивки состоит из трубки 15 для закачки, отверстие которой функционирует как канал 12 для текучей среды, окруженной пробивной оболочкой 17. Материалы, из которых изготовлены трубка 15 для закачки и пробивная оболочка 17, могут быть адаптированы к их соответствующим функциям. Трубка для закачки содержит только герметик, но при использовании подвергается только относительно низкой механической нагрузке. Алюминий или композитный полимер могут быть подходящим выбором в качестве материала для трубки 15 для закачки. С другой стороны, пробивная оболочка 17 продавливается через стенку 7 обсадной колонны и предпочтительно должна быть изготовлена из гораздо более твердого материала, такого как, например, карбид вольфрама. Поскольку элемент 10 для пробивки сочетает в себе функции перфорирующего пробойника и трубки для закачки, его можно называть трубкой для пробивки и закачки.

Нажимное устройство 14 соответственно содержит поршень, который может иметь гидравлический привод. Поршень может быть неотъемлемой частью элемента 10 для пробивки или входить в контакт с элементом 10 для пробивки, как, например, показано на фиг. 1. Гидравлическая текучая среда может подаваться в цилиндр по гидравлической линии 18.

Усилие, прилагаемое элементом для пробивки к стенке обсадной колонны, должно быть достаточным для того, чтобы по существу сдвинуть цилиндрическую деталь от стенки обсадной колонны. Усилие сдвига в теории равно длине окружности вокруг перфорации, умноженной на толщину стенки, умноженную на прочность на сдвиг материала. Когда за обсадной колонной находится цемент, усилие также должно быть достаточным для смещения или деформации цемента.

Хотя для этой цели подходит гидравлический пресс, существует множество других вариантов,

включая механические прессы. Узел поршня цилиндра показан в очень простой форме на фиг. 1, и квалифицированный специалист может применить обычные методы проектирования для оптимизации этого узла. Например, поршень может иметь овальную форму для увеличения его площади в продольном направлении инструмента (поскольку поперечное направление обычно ограничивается размером обсадной колонны). Размер будет зависеть от гидравлического давления, доступного для приведения в действие устройства.

В канале 12 для текучей среды расположен обратный клапан 20. Обратный клапан 12 соответствующим образом выполнен во внутренней полости внутри элемента 10 для пробивки, полностью защищенной от внешней механической нагрузки. Обратный клапан 20 обеспечивает сообщение текучей среды в направлении изнутри корпуса 5 инструмента к внешней стороне корпуса 5 инструмента, но блокирует поток текучей среды в противоположном направлении. Канал 12 для текучей среды подсоединяется к источнику текучего герметика (не показан) через линию 16 для герметика. В примере на фиг. 1 элемент 10 для пробивки телескопически соединен с линией 16 для герметика с помощью одного или большего количества скользящих уплотнений 13. Вместо этого можно использовать такие альтернативы, как гибкие линии.

Может быть предусмотрен стопорный элемент 19, который перемещается вместе с элементом 10 для пробивки в радиальном направлении наружу до тех пор, пока стопорный элемент 19 не войдет в контакт с внутренней стороной стенки 7 обсадной колонны, когда скважинный инструмент 1 приводится в действие внутри обсадной колонны 3. При этом гарантируется фиксированная предварительно заданная максимальная глубина проникновения элемента 10 для пробивки относительно стенки 7 обсадной колонны независимо от расположения корпуса 5 инструмента в обсадной колонне 3.

На фиг. 2 детально показан элемент 10 для пробивки крупным планом. Хорошо видна трубка 15 для закачки, которая вставлена в пробивную оболочку 17. Обратный клапан 20 выполнен в виде шарика 21. Необязательно обеспечена пружина 22, чтобы удерживать шарик 21 в его седле, когда перепад давления равен нулю или низок. Когда давление закачки герметика в канале 12 для текучей среды превышает усилие пружины и внешнее давление в сопле 25, то открывается обратный клапан 20, посредством чего устанавливается гидравлическое сообщение между каналом 12 для текучей среды и соплом 25.

Элемент 10 для пробивки соответственно содержит отделяемую секцию 26 для отсоединения дистального конца 24 элемента 10 для пробивки (на правой стороне чертежа) от корпуса инструмента. Обратный клапан 20 расположен в указанном дистальном конце 24 указанного элемента 10 для пробивки. Отделяемая секция 26 содержит хрупкую зону, которая может быть обеспечена, например, путем предварительных надрезов в пробивной оболочке 17. Как показано на фиг. 2, обеспечена элегантная хрупкая зона, которая содержит хрупкую трубную секцию 29, усиленную совокупностью армирующих колец 28 вокруг хрупкой трубной секции 29, прилегающих друг к другу с соседними армирующими кольцами. Хрупкая трубная секция 29 соответственно имеет резьбу, которая входит в зацепление с армирующими кольцами 28.

Отделяемая секция 26 соответственно находится за пределами корпуса 5 инструмента, когда элемент 10 для пробивки выталкивается из корпуса 5 инструмента. Соответственно, отделяемая секция 26 тогда частично находится внутри стенки 7 обсадной колонны и частично внутри ствола обсадной колонны, так что она может сломаться или срезаться на первой открытой поверхности раздела между соседними армирующими кольцами 28 внутри ствола обсадной колонны. Армирующие кольца 28 могут быть изготовлены из того же материала, что и остальная часть пробивной оболочки 17.

В работе инструмент можно использовать следующим образом. Инструмент 1 для пробивки и закачки можно провести через ствол в обсадной колонне 3 в подходящее место, где желательна закачка герметика. Затем элемент 10 для пробивки выталкивается наружу в радиальном направлении наружу от корпуса 5 инструмента, от продольной оси А и предпочтительно поперек продольной оси А. Стенка 7 обсадной колонны перфорируется элементом 10 для пробивки.

Затем герметик закачивается изнутри корпуса 5 инструмента к внешней стороне корпуса инструмента и в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны 3. Герметик проходит от источника (который может быть встроен в корпус 5 или находиться вне корпуса 5) через канал 12 для текучей среды, определенный элементом 10 для пробивки, и через обратный клапан 20, расположенный в указанном канале 12 для текучей среды. На этом этапе работы дистальный конец 24 элемента 10 для пробивки плотно удерживается на месте стенкой 7 обсадной колонны. Прохождение жидкости через перфорацию между элементом 10 для пробивки и стенкой 7 обсадной колонны не требуется.

Герметик может быть многокомпонентной композицией (подходящей эпоксидной системой) или любым другим жидким материалом, который способен приобретать достаточно высокую вязкость или затвердевать после закачки для создания адекватного уплотнения.

В качестве альтернативы герметик может представлять собой однокомпонентную систему смолы, которая затвердевает в результате реакции со скважинной текучей средой, такой как вода или рассол. Такие однокомпонентные полимерные системы описаны, например, в заявке на европейский патент № 20159582.4, поданной 26 февраля 2020 г., описание которой включено в настоящий документ посредством ссылки. Подходящей однокомпонентной смолой может быть полиуретановая смола, отверждаемая

под действием влаги.

Когда введено достаточное количество герметика, дистальный конец 24 элемента 10 для пробивки может быть отсоединен. Обратный клапан 20 расположен на дистальном конце 24 элемента 10 для пробивки и, таким образом, также остается прикрепленным к стенке 7 обсадной колонны. Затем инструмент 1 может быть втянут через ствол обсадной колонны 3, оставив при этом дистальный конец 24. Затем герметик можно оставить для отверждения или затвердевания иным образом, пока инструмент уже извлечен и подготовлен к следующему этапу работы.

Специалисту в данной области техники будет понятно, что настоящее изобретение может быть выполнено многими различными способами, без отступления от объема прилагаемой формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Скважинный инструмент для пробивки отверстия в стенке обсадной колонны и закачки герметика через указанное отверстие, содержащий:

корпус инструмента, имеющий продольную ось;

элемент для пробивки, содержащий канал для текучей среды для установления сообщения по текучей среде внутри корпуса инструмента с внешней частью корпуса инструмента через канал для текучей среды;

нажимное устройство, действующее на элемент для пробивки для прикладывания усилия на элемент для пробивки в радиальном направлении наружу от корпуса инструмента от продольной оси;

обратный клапан, расположенный в указанном канале для текучей среды, который обеспечивает сообщение по текучей среде в направлении внутри корпуса инструмента к внешней части корпуса инструмента и который блокирует поток текучей среды в противоположном направлении.

2. Скважинный инструмент по п.1, отличающийся тем, что обратный клапан находится во внутренней полости внутри элемента для пробивки.

3. Скважинный инструмент по п.1 или 2, отличающийся тем, что элемент для пробивки содержит отделяемую секцию для отсоединения дистального конца элемента для пробивки от корпуса инструмента, при этом указанный обратный клапан расположен на указанном дистальном конце указанного элемента для пробивки.

4. Скважинный инструмент по п.3, отличающийся тем, что указанная отделяемая секция находится вне корпуса инструмента, когда к элементу для пробивки приложено усилие в указанном радиальном направлении наружу от корпуса инструмента.

5. Скважинный инструмент по п.3 или 4, отличающийся тем, что указанная отделяемая секция содержит хрупкую зону.

6. Скважинный инструмент по п.5, отличающийся тем, что указанная хрупкая зона содержит хрупкую трубную секцию, армированную совокупностью армирующих колец вокруг хрупкой трубной секции, прилегающих друг к другу с соседними армирующими кольцами.

7. Скважинный инструмент по любому из предшествующих пунктов, дополнительно содержащий стопорный элемент на элементе для пробивки, который выполнен с возможностью перемещения вместе с элементом для пробивки в указанном радиальном направлении наружу до тех пор, пока стопорный элемент не войдет в контакт с внутренней стороной стенки обсадной колонны, когда скважинный инструмент приводится в действие внутри обсадной колонны.

8. Скважинный инструмент по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что указанный канал для текучей среды внутри указанного корпуса инструмента выполнен с возможностью соединения с источником текучего герметика.

9. Способ герметизации кольцевого пространства вокруг обсадной колонны в стволе скважины, включающий:

спуск скважинного инструмента по п.1 в осевом направлении через обсадную колонну, которая предварительно установлена в стволе скважины;

прохождение инструмента для пробивки и закачки, содержащего корпус инструмента с продольной осью, в осевом направлении через обсадную колонну, которая предварительно установлена в стволе скважины;

перфорирование стенки обсадной колонны путем прикладывания усилия к элементу для пробивки посредством нажимного устройства в радиальном направлении наружу от корпуса инструмента в сторону от продольной оси;

закачку герметика внутри корпуса инструмента к внешней стороне корпуса инструмента и в кольцевое пространство вокруг обсадной колонны через канал для текучей среды элемента для пробивки и обратный клапан, расположенный в указанном канале для текучей среды и обеспечивающий сообщение по текучей среде в направлении внутри корпуса инструмента к внешней стороне корпуса инструмента и блокирование потока текучей среды в противоположном направлении.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что обратный клапан защищен от внешней механической на-

