

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **048274**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.11.14

(21) Номер заявки
202191869

(22) Дата подачи заявки
2020.01.02

(51) Int. Cl. **C04B 28/02** (2006.01)
C04B 28/04 (2006.01)
C04B 38/00 (2006.01)
C09K 8/42 (2006.01)
C09K 8/46 (2006.01)

(54) **СПОСОБНАЯ РАСШИРЯТЬСЯ ПОРИСТАЯ ОПАЛУБОЧНАЯ КОНСТРУКЦИЯ**

(31) **1900077.7**

(32) **2019.01.03**

(33) **GB**

(43) **2021.10.14**

(86) **PCT/EP2020/050046**

(87) **WO 2020/141203 2020.07.09**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**КОНКРИТ КЭНВЭС ТЕКНОЛОДЖИ
ЛТД (GB)**

(72) Изобретатель:
**Брюин Питер, Эванс Кристофер,
Куявский Марчин, Пик Уильям (GB)**

(74) Представитель:
Фелицына С.Б. (RU)

(56) EP-A1-3415672
US-A1-2013161006
US-A1-2013292117

(57) Способная расширяться пористая опалубочная конструкция, причем указанная опалубочная конструкция содержит сухой цементирующий порошкообразный наполнитель, который при воздействии водной среды будет расширяться по отношению к ограничивающим воздействиям опалубочной конструкции и схватываться с образованием сплошного, твердого и связанного материала, причем опалубочная конструкция является проницаемой для жидкостей, но по существу непроницаемой для указанного порошкообразного наполнителя.

B1

048274

048274

B1

Изобретение относится к гибкому композиту, который может схватываться, становясь жесткими, после добавления жидкости или в результате воздействия газа или излучения, например водной среды. В частности, изобретение направлено на материал гибкого композита, который может быть использован при управлении и оптимизировании в связи с работой скважин, в том числе нефтяных скважин.

Добыча из нефтяной скважины представляет собой чрезвычайно дорогостоящий технологический процесс, при этом издержки флуктуируют по существу в ежедневном режиме. Это означает то, что оптимизирование коэффициента продуктивности скважины представляет собой ключевую часть конструирования и освоения скважины, и для увеличения коэффициента продуктивности скважины имеется несколько доступных потенциальных решений.

Один подход к увеличению коэффициента продуктивности скважины представляет собой зональную изоляцию. Он заключается в сегментировании секций скважины для отбора большего количества текучей среды в результате регулирования условий в каждой созданной зоне. Для достижения этого используют компонент, называемый разбухающим пакером. Разбухающий пакер представляет собой эластомерное соединение, которое вулканизируется на наружной стороне трубы нисходящей скважины и располагается между двумя соединительными муфтами. Эластомерное соединение является активируемым под воздействием либо нефти, либо воды, то есть, при введении в надлежащую текучую среду происходит расширение, формирующее запечатывание по отношению к наружному трубопроводу или горной породе, как это проиллюстрировано на фиг. 1.

Существует несколько проблем, которые возникают в отношении систем, относящихся к данному типу. Во-первых, эластомерный материал разрушает, зачастую до окончания срока службы скважины, что приводит к выходу из строя изоляции, следствием чего является уменьшение производительности и коэффициента продуктивности скважины на протяжении срока службы скважины. Разрушение эластомерного материала также в результате приводит к загрязнению потока текучей среды. Куски эластомера могут отламываться от разбухающего пакера и загрязнять добываемую или нагнетаемую текучую среду, что после этого может привести к возникновению осложнений ниже по ходу технологического потока, включающих закупоривания оборудования, расположенного в скважине или на поверхности.

Частота выхода из строя для эластомерных разбухающих пакеров, как это признается, доходит вплоть до 30%, что требует использования большего количества пакеров для обеспечения возникновения изоляции и в результате приводит к высоким капиталовложениям для опробования и гарантирования наличия желаемой запакеровки. Эластомерные разбухающие пакеры зачастую также демонстрируют неудовлетворительные разбухание, запечатывание и долговечность в высокосолевых или щелочных окружающих средах. С учетом местоположения множества нефтяных скважин данные условия являются высоковероятными, и поэтому это представляет собой значительную проблему.

Эластомерные разбухающие пакеры могут утрачивать свое запечатывание в случае изменения вызывающей разбухание среды. Например, пакер, который формирует запечатывание в нефтяной среде, может утрачивать свое запечатывание в случае изменения среды на воду впоследствии, поскольку пакер может слегка усаживаться, когда вода мигрирует из эластомера и не может быть замещена. Тот же самый недостаток может иметься и для пакера, разбухающего под воздействием воды, подвергшегося воздействию нефти. В результате обычно требуется наличие двух различных пакеров (раздельно активируемых нефтью и водой) для случая возможного воздействия на пакеры нефти и воды с течением времени, это может удвоить количество требуемых пакеров, что опять-таки влечет за собой значительные капиталовложения.

Кроме того, эластомерные разбухающие пакеры могут быть смещены в пределах обсадной трубы под воздействием неравномерного перемещения базовой трубы по отношению к обсадной трубе/буровой скважине. Это может повредить поверхности запечатывания, а зачастую делает необходимой дополнительную установку штанговой крепи в попытке предотвращения перемещения. Это опять-таки дополнительные капиталовложения.

Результирующий эффект заключается в том, что выходы из строя эластомерных разбухающих пакеров в результате приводят к увеличенным капиталовложениям и уменьшенным коэффициенту продуктивности и дебиту нефтеотдачи в системе нисходящей скважины, что противоположно тому, что является желаемым и требуемым. Настоящее изобретение имеет своей целью решение данных проблем путем использования гибкого композита, в частности, цементирующей системы, которая может быть прикреплена к трубе или обсадной трубе таким образом, чтобы быть достаточно миниатюрной для опускания вниз по необсаженному стволу скважины или внутри обсадной трубы. Система содержит сухие цементирующие элементы, которые при воздействии водной, высокосолевой, высокощелочной среды и другим образом загрязненных водных растворов, в том числе текучих сред для заканчивания скважины, будут абсорбировать эту текучую среду, расширяться и схватываться с образованием долговременного цементирующего запечатывания между эксплуатационной колонной и обсадной трубой или необсаженной горной породой. Схватывающаяся система может противостоять воздействию высоких разностей давлений и высоких сдвиговых нагрузок между эксплуатационной колонной и наружной обсадной трубой или скважиной с необсаженным стволом.

В соответствии с настоящим изобретением предлагается способная расширяться пористая опалубочная конструкция, при этом упомянутая опалубочная конструкция содержит сухой цементирующий порошкообразный наполнитель, который при воздействии водной среды будет расширяться по отношению к ограничивающим воздействиям опалубочной конструкции и схватываться с образованием сплошного, твердого и связного материала, причем опалубочная конструкция является пористой для жидкостей, но по существу непроницаемой для порошкообразного наполнителя. Такая опалубочная конструкция может быть использована в результате ее прикрепления к трубе или обсадной трубе для оптимизирования коэффициента продуктивности скважины и преодоления проблем технологических процессов и продуктов предшествующего уровня техники.

Данной новой системе, которая может быть названа цементирующим разбухающим пакером или ЦРП, свойственно несколько преимуществ в сопоставлении с эластомерным типом разбухающих пакеров, обсуждавшимся выше. Данные преимущества включают:

Продолжительный срок службы в нисходящей скважине, который превышает срок службы скважины - разновидностью предварительно смешанного цементного теста широко используются в нефтехимической промышленности во внутрискважинных областях применения в связи с их высокой долговечностью и продолжительным сроком службы;

Отсутствие загрязнения скважинной текучей среды, поскольку цемент не разрушается в пределах срока службы скважины (как это может случиться при использовании эластомерных разбухающих пакеров);

Сразу после схватывания цемент представляет собой устойчивое средство фиксации на протяжении срока службы скважины. Это в результате приводит к получению меньшей частоты выхода из строя во время использования;

Композиция цемента не вступает в реакцию с нефтью или не разрушает в углеводородной атмосфере, что представляет собой значительное улучшение ситуации, имеющей место при использовании эластомерных разбухающих пакеров;

Улучшенные эксплуатационные характеристики в высокосолевой окружающей среде. Множество эластомерных разбухающих пакеров будет характеризоваться уменьшенным разбуханием или будет характеризоваться пониженными продолжительностью эксплуатации и эксплуатационными характеристиками при их функционировании в высокосолевых или высокощелочных водных скважинных текучих средах. Как это ни удивительно, но цементирующий разбухающий пакер способен обеспечивать достижение хороших разбухания и механических эксплуатационных характеристик при активировании под воздействием высокосолевых текучих сред или щелочных текучих сред и является долговечным в таких окружающих средах;

Долговременное запечатывание трубы скважины. Сразу после гидратации и завершения реакции цементирующий разбухающий пакер не будет усаживаться, и, как это ни удивительно, его проницаемость уменьшается под воздействием нефти, поэтому для изоляции зоны может быть использован один пакер, и сразу после схватывания он может быть подвергнут воздействию нефти или воды при отсутствии ухудшения эксплуатационных характеристик; и

Высокие механические эксплуатационные характеристики. Сплошной цементирующий материал способен противостоять воздействию очень высоких сдвиговых нагрузок, что, тем самым, позволяет уменьшать потребность в установке штанговой крепи для предотвращения перемещения пакеров в пределах обсадной трубы (как это может оказаться необходимым при использовании эластомерных пакеров) и, тем самым, избегать любое повреждение, которое это вызывает для поверхностей запечатывания (трубы или горной породы).

Данные и другие преимущества будут обсуждаться более подробно ниже и в связи с конкретными вариантами осуществления системы.

Опалубочная конструкция предпочтительно содержит цементирующий порошкообразный наполнитель, способный расширяться до по меньшей мере 125% от своего первоначального объема под воздействием водной среды, например, до значения в диапазоне от 125 до 650% от своего первоначального объема или до значения в диапазоне от 125 до 450% от своего первоначального объема или до значения в диапазоне от 125 до 300% от своего первоначального объема или до значения в диапазоне от 130 до 170% от своего первоначального объема, например, до 150% от своего первоначального объема. Была разработана порошкообразная смесь для расширения с течением времени при воздействии водного раствора при одновременном сохранении ее структурной целостности. Высокое расширение и способность при объединении с опалубочной конструкцией сохраняться в качестве единого, сплошного, твердого и связного материала при схватывании после разбухания придает желательные свойства для надежных блокирования или заделывания ствола скважины в областях применения, таких как зональная изоляция. Достижения этого добивались в результате добавления различных химических реагентов к сухому цементирующему порошку, каждый из которых обсуждается ниже при описании химической роли соединений.

Цементирующая порошкообразная смесь (смесь пакера ЦРП) для использования в опалубочной конструкции настоящего изобретения, в которой порошок разбухает и схватывается под воздействием

водной среды, может содержать:

- a. цементирующий порошок на основе силиката кальция;
- b. цемент на основе оксида алюминия, содержащий компонент, представляющий собой оксид кальция, или смешанный с ним;
- c. сульфат кальция;
- d. сверхвпитывающий полимер (SAP);
- e. оксид металла, который является термостойким выше 120°C и имеет степень окисления +1, +2, +3, +4, +5, +6 или +7;
- f. плотную фазу, представляющую собой нерастворимое сульфатное соединение; и
- g. материал замедлителя, который может быть использован для замедления начального схватывания либо компонента (a), либо компонента (b), либо цементов на магниевой основе.

Как это можно сказать, разбирая каждый компонент по очереди, компонент (a) может представлять собой портландцемент общего назначения (ПОН) или любой цементирующий порошок на основе силиката кальция, в том числе все марки ПОН и цементы на магниевой основе. Он может присутствовать в количестве в диапазоне 30-54 мас.% от совокупного цементирующего порошка или в количестве в диапазоне 30-40 мас.% от совокупного цементирующего порошка или в количестве в диапазоне 32-38 мас.% от совокупного цементирующего порошка. При необходимости этот компонент может быть выбран в виде марок 52.5 N или 52.5R CEM 1, доступных в компании Cemex™ из Рагби, и может быть использован в количестве в диапазоне от 32 до 38 мас.% от совокупного цементирующего порошка.

Компонент (b) может быть выбран из любого цемента на основе оксида алюминия, содержащего компонент, представляющий собой оксид кальция, или смешанного с ним, например, кальциево-алюминатного цемента, в частности, продукта Ciment Fondue (TM) от компании Imreys. Данный компонент улучшает прочность схватившегося материала и формирует высокопрочные компоненты фазы C₃A схватившегося материала. Он может присутствовать в количестве в диапазоне 0-25%, 10-20% или 13-16 мас.% от совокупного цементирующего порошка.

Компонент (c) может представлять собой любую форму сульфата кальция, при этом предпочтительная форма представляет собой характеризующийся пониженной гидратацией аналог, такой как полугидратный аналог. Одно соединение, подходящее для использования, может представлять собой полугидратный аналог, который может быть приобретен в компании Scientific Lab Supplies, будучи изготовленным в компании Honeywell Fluka, при 97%-ной степени чистоты. Он может присутствовать в композиции при уровне содержания в диапазоне 0-70% или 20-40% или 28-35 мас.% от совокупного цементирующего порошка.

Компонент (d) может быть выбран из любого сверхвпитывающего полимера (SAP), который увеличивает гидратацию центров по всему объему матрицы материала, в том числе полимеров SAP на целлюлозной основе, полимеров SAP, относящихся к полиакрилонитрильному типу, поливинилспиртовых полимеров SAP или полиэтиленоксидных полимеров SAP или полимеров SAP на основе полиакриловой кислоты. В частности, используют полимеры SAP на основе полиакриловой кислоты, предпочтительно натриевосолевой аналог, представляющий собой полиакрилат натрия. Он может быть приобретен в компании SNF (UK) Ltd. из Уэйкфилд, Великобритания. Он может быть добавлен в количестве в диапазоне 0-10% или 0,1-5% или 0,1-0,5 мас.% от совокупного цементирующего порошка.

Компонент (e) может представлять собой любой оксид металла синтетического или природного происхождения, который является термостойким выше 120°C и имеет степень окисления +1, +2, +3, +4, +5, +6 или +7, в том числе оксиды железа, диоксид титана и оксид алюминия. В частности, он может иметь степень окисления +2, +3 или +4 и, в особенности, может представлять собой один из оксидов железа, такой как Fe₃O₄. Он может быть использован в количестве в диапазоне 0-30% или 2-20% или 5-15 мас.% от совокупного цементирующего порошка.

Компонент (f) может представлять собой любую плотную фазу, такую как нерастворимое сульфатное соединение, например, щелочноземельного металла, такое как сульфат бария. Один подходящий для использования материал сульфата бария может быть приобретен в компании Scientific Lab Supplies™ из Ноттингем при 99%-ной степени чистоты. Сульфатное соединение увеличивает физическую плотность совокупности, составляющей цемент, что стабилизирует соединения цемента. Как это ни удивительно, но сульфату бария свойственно дополнительное преимущество, заключающееся в том, что он производит синергетический эффект с текучими средами для заканчивания скважины, которые также содержат сульфат бария. Синергетический эффект производится в результате наличия двух подобных компонентов с двух сторон барьера поверхности раздела, в данном случае-текучей среды для заканчивания скважины по отношению к цементирующему пакеру ЦРП, это увеличивает осмотическое воздействие на водный компонент эмульсии, созданной в текучей среде для заканчивания скважины, вызывая его более легкое мигрирование в цементирующий пакер ЦРП, что увеличивает потенциал расширения. Данный компонент может присутствовать в количестве в диапазоне 0-30% или 2-15% или 5-10 мас.% от совокупного цементирующего порошка.

Компонент (g) может представлять собой любой материал, который может быть использован для

замедления начального схватывания цемента ПОН или других цементов на основе силиката кальция, высокоалюминатных цементов или цементов на магниевой основе, в том числе сахара природного или синтетического происхождения, карбоновые кислоты, лимонные кислоты и их солевые аналоги или аминокислоты. Одним примером подходящего для использования материала являются аминокислоты, такие как этилендиаминтетрауксусная кислота, которая может быть приобретена в компании Sigma Aldrich из Дармштадт, Германия при 99,997%-ной степени чистоты. Они могут присутствовать в количестве в диапазоне 0-10% или 0,1-5% или 0,1-2 мас.% от совокупного цементирующего порошка.

В одном альтернативном варианте осуществления замедлители и ускорители выбирают таким образом, чтобы они разлагались бы при конкретных комбинациях повышенных температур и/или давлений. Этому свойственно дополнительное преимущество, заключающееся в предотвращении значительного разбухания пакера ЦРП вплоть до его опускания в правильную зону в скважине, после чего замедлитель начинает разлагаться, и, таким образом, реакция больше уже не замедляется и протекает с увеличенной скоростью. Замедлители также могут быть выбраны для вступления в реакцию с добавками, которые могут быть введены и закачаны в текучую среду в скважине в целях разложения замедлителя, вытеснения замедлителя или вступления с ним в реакцию с целью запуска реакции разбухания и схватывания в выбранное время. После установки пакера ЦРП в скважине в скважинную текучую среду также могут быть добавлены ускорители для стимулирования разбухания и схватывания порошка в выбранное время.

Изобретение также распространяется на опалубочную конструкцию, в которой цементирующий порошокобразный наполнитель характеризуется следующей далее композицией:

- i. любой цемент, относящийся к типу СЕМ I, СЕМ II, СЕМ III, СЕМ IV или СЕМ V, который дозирован в количестве в диапазоне 10-90 мас.% от смеси пакера ЦРП, которая описана выше; или
- ii. любой высокоалюминатный цемент, который дозирован в количестве в диапазоне 10-90 мас.% от смеси пакера ЦРП, которая описана выше; или
- iii. CaSO_4 в безводной, полугидратной или дигидратной форме, который дозирован в количестве в диапазоне 20-80 мас.% от смеси пакера ЦРП, которая описана выше; или
- iv. этилендиаминтетрауксусная кислота, которая дозирована в количестве в диапазоне 0,01-10 мас.% от смеси пакера ЦРП, которая описана выше; или
- v. любой сверххлоридный полимер, который дозирован в количестве в диапазоне 0,01-10 мас.% от смеси пакера ЦРП, которая описана выше; или
- vi. любой один из FeO , Fe_2O_3 или Fe_3O_4 , который дозирован в количестве в диапазоне 1-30 мас.% от смеси пакера ЦРП, которая описана выше; или
- vii. сульфат бария, который дозирован в количестве в диапазоне 1-30 мас.% от смеси пакера ЦРП, которая описана выше.

Другие необязательные и предпочтительные признаки представлены в прилагающейся формуле изобретения. Преимущества данных признаков могут быть представлены в приведенном ниже подробном описании изобретения.

Настоящее изобретение может быть описано при обращении к следующим далее фигурам, в числе которых:

- фиг. 1 схематически демонстрирует способ предшествующего уровня техники для создания зональной изоляции при использовании эластомерных разбухающих пакеров;
- фиг. 2 схематически демонстрирует один пример системы настоящего изобретения;
- фиг. 3 демонстрирует один пример настоящего изобретения при использовании в стволе скважины;
- фиг. 4. демонстрирует один вариант осуществления заглушки, которая может быть использована в настоящем изобретении; и
- фиг. 5 демонстрирует один пример настоящего изобретения, используемый для соединения труб друг с другом.

Пакер ЦРП по существу состоит из 2-компонентной системы и закрепляющих заглушек. Первый компонент представляет собой сухую цементирующую порошокобразную смесь, которая при воздействии водной среды будет расширяться и схватываться с образованием сплошного твердого и связанного материала, ("порошок"), а второй компонент представляет собой способную расширяться пористую опалубочную конструкцию, которая содержит указанную разбухающую цементирующую порошокобразную смесь, ("опалубочная конструкция"). Заглушки ("заглушки") используются для удерживания опалубочной конструкции и порошка по месту вплоть до их попадания в нужное местоположение и их схватывания и увеличения у них сопротивления сдвигу сразу после схватывания. Заглушки могут быть предварительно изготовлены в качестве части обсадной колонны или колонны труб, или их соединительных элементов, например, в результате машинной механической обработки посадочного места для опирания несхватившегося разбухающего элемента, такого как тороид, или в результате изготовления заглушки, которая также представляет собой часть трубы или соединительного элемента.

Что касается фиг. 2, то согласно ей каждая опалубочная конструкция (1) наполнена контролируемой массой сухого порошка (3) при контролируемой плотности и собрана на наружной стороне трубы (4), например, в стволе скважины. Наружной поверхности трубы может быть придана шероховатость,

или она может быть подготовлена различными путями для улучшения адгезии схватившегося цемента к трубе и увеличения сдвиговой нагрузки и достижимой разности давления по пакеру ЦРП. Подходящие для использования способы придания шероховатости трубе или ее подготовки включают нижеследующее, но не ограничиваются только этим: обезжиривание, пескоструйная обработка, полирование, рифление и машинная механическая обработка. После этого заглушки (2) прикрепляют к трубе и закрепляют при использовании либо механического прикрепления (5), такого как установочный винт, либо клеевого способа (не показано), либо комбинации из обоих вариантов.

Опалубочная конструкция (1) содержит сухой цементирующий порошок и предпочтительно представляет собой способную расширяться опалубочную конструкцию, которая поддерживает плотность упаковки сухой цементной порошкообразной смеси и держит ее в правильном положении во время хранения, транспортирования и установки. Опалубочная конструкция предотвращает входение пакера ЦРП в контакт со сторонами ствола буровой скважины и его повреждение или прилипание по мере опускания пакера ЦРП в его позицию. Для обеспечения не входения заглушек пакера ЦРП в контакт со сторонами трубы и предпочтительного центрирования пакера ЦРП в обсадной трубе/буровой скважине до его расширения также могут быть также использованы центраторы ниже и/или выше пакера ЦРП. Опалубочную конструкцию предпочтительно изготавливают в форме тора (6), при этом наружный диаметр базовой трубы соответствует тому же самому или большему диаметру в сопоставлении с внутренним диаметром тора. После этого данный тор деформируют при сборке на трубе для получения кольца вокруг базовой трубы, имеющего приблизительно прямоугольное поперечное сечение. Сборка схематически демонстрируется на фиг. 2. Возможными являются и другие конфигурации собранной опалубочной конструкции, которые включают две поверхности, соединенные при использовании связующих элементов с образованием муфты вокруг базовой трубы, множество колец или рукавов, которые соединены друг с другом для получения эквивалента множеству соединенных или дискретных торических колец, соединенных друг с другом, или множеству длинных рукавов, которые навиты вокруг базовой трубы в одну или несколько спиралей.

При опускании в ствол буровой скважины пакера ЦРП он будет подвергаться воздействию жидкой среды, содержащейся в стволе буровой скважины. Опалубочная конструкция является проницаемой для текучих сред, но по существу непроницаемой как для сухого порошка, так и для гидратированного порошка, содержащегося в ней, что, таким образом, делает возможными абсорбирование текучей среды сухим порошком и вступление их в реакцию, но предотвращает то, чтобы сухой порошок или гидратированный расширяющийся порошок покидал условия действия ограничений опалубочной конструкции.

Как это продемонстрировано на фиг. 3, при входении водной текучей среды (15) в контакт с сухим порошком (3) в опалубочной конструкции (1) начинается реакция, стимулирующая расширение (13) порошка. По мере его расширения реакция будет протекать дальше, по мере того, как водная среда потребляется и отбирается через опалубочную конструкцию (1) в порошок (как это продемонстрировано стрелками на фиг. 3, изображающей активирование разбухания пакера ЦРП). Стенки опалубочной конструкции способны эластично и/или пластично расширяться в одном или нескольких направлениях до по меньшей мере 110% от их первоначальной длины под воздействием водной среды, например, до значения в диапазоне от 110 до 650% от их первоначальной длины или от 110 до 450% от их первоначальной длины или от 110 до 250% от их первоначальной длины или от 110 до 140% от их первоначальной длины, например, до 125% от их первоначальной длины. По мере расширения порошка увеличивается (13) деформация и напряжение в стенках опалубочной конструкции, и это делает возможным оказание опалубочной конструкцией увеличивающегося ограничивающего давления на разбухающий порошок. Ограничивающее давление предотвращает утрату порошком его уплотнения во время фазы разбухания и, таким образом, регулирует водоцементное отношение. При отсутствии ограничения от опалубочной конструкции порошок стал бы диспергированным и больше уже не был бы способен схватываться, или, если бы опалубочная конструкция не оказывала ограничивающего давления во время разбухания, разбухающая цементная смесь расширялась бы чрезмерно быстро и производила бы растрескивавшуюся и непрочную конечную структуру, которая была бы подвержена формированию несвязной структуры и, таким образом, распадалась бы.

Гидратированный порошок расширяется и схватывается с образованием схватившегося расширенного цементирующего материала (9) на протяжении периода времени в диапазоне между 0,1 и 28 днями или более предпочтительно между 0,5 и 15 днями или более предпочтительно между 3 и 10 днями. Это может быть отрегулировано для достижения желаемого времени разбухания и схватывания в заданной окружающей среде по температуре, давлению и химическому составу в результате регулирования пропорций композиции, в частности, свойств замедлителя и его профиля разложения в атмосфере при повышенных температуре и давлении. По мере продолжения разбухания порошка ограничивающее давление растянутой опалубочной конструкции увеличивается вследствие увеличенной деформации в стенках опалубочной конструкции, это будет продолжаться вплоть до достижения одного из двух состояний. Либо опалубочная конструкция вступает в контакт с барьером, таким как внутренняя сторона наружной обсадной трубы или внутренняя лицевая поверхность горной породы буровой скважины, при этом она затем будет приходить в соответствие с профилем поверхности раздела и прикладывать давление разбу-

хания к данной поверхности раздела с образованием запечатывания (8). В альтернативном варианте, ограничивающее давление, оказываемое опалубочной конструкцией, увеличивается при увеличенной деформации растяжения в стенках опалубочной конструкции, а давление, оказываемое расширяющимся цементирующим материалом, уменьшается при увеличении его объемной процентной доли таким образом, что данные два противоположных давления достигают равновесия в случае, если опалубочная конструкция не входит в контакт со сплошным барьером (7). Это бы имело место в случае наличия полости (16), примыкающей к пакеру ЦРП.

Сразу после расширения цементирующего материала и опалубочной конструкции, как это имеет место в любом из двух сценариев, обсуждавшихся выше, будет происходить затвердевание с образованием долговечной цементирующей пробки. В случае первого сценария она будет оказывать давление как на внутреннюю трубу (4), так и на внешнюю трубу или горную породу (10) и будет формировать запечатывание для данных двух поверхностей раздела (8). Давление, оказываемое расширенным цементирующим материалом на внутреннюю трубу и наружную обсадную трубу/буровую скважину, создает сцепление, которое делает возможным противостояние воздействию больших сдвиговых нагрузок, а также разностей давления сразу после полного схватывания, как это продемонстрировано на фиг. 3, для пакера ЦРП после разбухания.

В испытании опытный образец устройства, имеющий размеры: наружный диаметр пакера ЦРП 284 мм, длина 304 мм и образованное из 14 торообразных колец опалубочной конструкции, установленных на стальной базовой трубе, имеющей наружный диаметр 244 мм, вставляли в стальную трубу, имеющую внутренний диаметр 315 мм, которую наполняли насыщенным раствором хлорида натрия в воде, пакер ЦРП расширялся с образованием запечатывания в течение 7 дней, а по истечении 14 дней противостоял воздействию аксиальной тяговой нагрузки, превышающей 19 тонн.

Опалубочная конструкция предпочтительно имеет профиль кольцевого тора и спроектирована так, чтобы быть намного более жесткой в тороидальном направлении, чем в полоидальном направлении, результатом чего является направление разбухания порошкообразной смеси радиально наружу от центра базовой трубы. Данная анизотропная жесткость может быть реализована различными путями, включающими вязание опалубочной конструкции при использовании двухфунтурного основывания таким образом, чтобы эластомерные нити, такие как эластик, проходили бы в полоидальном направлении, а более жесткие нити, такие как мультифиламентные сложнополиэфирные нити, проходили бы в тороидальном направлении большой окружности. Опалубочная конструкция также может быть изготовлена при использовании других подходящих способов, известных на современном уровне техники, таких как: уточное вязание; основывание на кругловязальной машине, также известное под наименованием вязаного плетения; плетение; тканье; складывание и сваривание или стачивание текстильного полотна простого переплетения-при использовании прямого шва вдоль одной кромки или обеих кромок; складывание и сваривание или стачивание текстильного полотна простого переплетения - при использовании профиля спирального оборачивания (по варианту, подобному тому, который может быть виден на картонных втулках); экструдированный рукав; рукав, изготовленный в результате трехмерной печати; или в результате экструдирования, литьевого формования, вакуумного формования, центробежного формования формы полимерных рукава или тороида с отверстиями в них, которым необязательно была придана жесткость в результате формирования утолщенных элементов в тороидальном направлении или вставки композитных элементов более высокой жесткости в тороидальном направлении.

В некоторых вариантах осуществления между заглушками может быть установлено множество торических колец рядом друг с другом. Каждое кольцо уменьшает скорость утечки всего схватившегося пакера ЦРП при воздействии разности давлений и увеличивает максимальную разность давлений, воздействию которой пакер ЦРП может противостоять для заданной скорости утечки (которая может быть равной или близкой 0 м/с) и, тем самым, увеличивает максимальную сдвиговую нагрузку, воздействию которой пакер ЦРП может противостоять. Множество торических колец также может быть использовано для создания избыточности: в случае неспособности любого из колец правильно расширяться и запечатывать по любой причине или его повреждения другие кольца все еще будут обеспечивать формирование пакером ЦРП запечатывания. Это будет иметь место при частоте выхода из строя, значительно меньшей чем 30%, что является приемлемым на предшествующем уровне техники, и непосредственно предоставляет свидетельство значительного преимущества по издержкам на материал в сопоставлении с технологическим процессом предшествующего уровня техники.

В одной альтернативной конфигурации используется множество торических колец с различными выбранными опалубочной конструкцией и порошкообразным наполнителем, и/или оно может быть скомпоновано в группы из одного или множества колец для получения различных свойств вдоль по длине пакера ЦРП. Данные вариации могут включать стойкость к одному или нескольким химическим реагентам, которые могут присутствовать в окружающей среде, различные отклики на жидкую среду во время схватывания, варьирование отклики на окружающие среды при определенном диапазоне температур и давлений, альтернативные отклики на случаи активирования, например, всплеск температуры, и различные степени расширения и времени схватывания. В порядке примера первые от 1 до 10 колец могли бы быть сконфигурированы для получения более высокой стойкости к кислотному воздействию, а

вторые десять - для противостояния воздействию высокощелочной окружающей среды. Данная конфигурация может быть, а может и не быть установлена в симметричной конфигурации вдоль по длине пакера ЦРП, либо они могли бы быть скомпонованы в сгруппированных зонах или по любому другому рисунку, торические кольца, обладающие различными свойствами, могут быть использованы в любой конфигурации вдоль по длине пакера ЦРП.

Опалубочная конструкция может быть изготовлена из любого подходящего материала таким образом, чтобы она содержала бы сухой цементирующий порошок, была бы пористой для жидкостей, была бы по существу непроницаемой для порошка и была бы способной расширяться. Подходящие материалы включают нижеследующее, но не ограничиваются только этим:

эластомерные нити, включая обмотанные эластомерные нити, в которых обматывающая нить обернута вокруг эластомерной нити, обматывающие нити включают сложный полиэфир и нейлон,

полимерные нити общего назначения, такие как из сложного полиэфира, полиамида, полипропилена или полиэтилена,

нити природного происхождения, такие как из хлопка, шерсти, бамбука, рами, вискозы, шерсти или ацетата,

высокотехнологичные нити, такие как из арамида, сверхвысокомолекулярного полиэтилена (UHMWPE (такого как продукт дунеема (TM))), пара-aramида или простого полиэфирэфиркетона (PEEK),

растворяющиеся нити, такие как из полимолочной кислоты (PLA), поли(1-молочной кислоты) (PLLA),

металлические нити, стекловолокно, базальт,

полимеры, включающие: полиэтилен низкой плотности (LDPE), полиэтилен высокой плотности (HDPE), полипропилен (PP), поливинилхлорид (PVC), полистирол (PS), нейлон, нейлон 6 или нейлон 6,6, термопластические полиуретаны (TPU), политетрафторэтилен,

рубленные волокна в нетканых материалах, таких как иглопробивные нетканые материалы, холстопршивные безниточные нетканые полотна (малифлис), и войлоки.

В одном варианте осуществления порошкообразный наполнитель может быть дозирован при различных уровнях содержания или типах замедлителя или ускорителя в целях задерживания или ускорения, соответственно, расширения и схватывания одного или нескольких торических колец или групп из колец. Например, центральные кольца могут быть разработаны так, чтобы расширяться раньше колец, расположенных ближе всего к заглушкам, в целях обеспечения наличия у центральных колец доступа к достаточному количеству скважинной текучей среды для достижения их максимальных расширения и прочности до того, как наружные кольца полностью расширятся и запечатывают их от скважинной текучей среды.

В зависимости от способа изготовления и наполнения наполненные торические кольца будут иметь стыки или несплошности. В случае их присутствия их предпочтительно komponуют таким образом, чтобы несплошность не находилась бы в контакте с поверхностью базовой трубы или не была бы обращенной наружу в сторону от базовой трубы в направлении наружной обсадной трубы или буровой скважины таким образом, чтобы несплошность не формировала бы часть поверхности запечатывания. В случае реального соприкосновения несплошности со стенкой это могло бы формировать точку непрочности. В дополнение к этому, в частности, в случае наличия несплошности вокруг всей малой окружности тора, торические кольца предпочтительно должны быть установлены на базовой трубе таким образом, чтобы каждая несплошность была бы сдвинута по отношению к несплошности на соседнем торе. Это опять-таки позволит избежать риска введения в систему значимой точки непрочности.

В некоторых обстоятельствах выгодными являются опускание одного или нескольких пакеров ЦРП в скважину на колонне, а затем в более поздний момент времени запускание реакции разбухания или схватывания. Преимущества запускаемого решения включают наличие возможности извлечения пакера ЦРП до запуска реакции разбухания или схватывания в случае развития любых проблем, наличие возможности обеспечения достижения пакером ЦРП предполагаемого местоположения в целях избегания риска разбухания пакера ЦРП до его нахождения в правильном местоположении, а также имеет место и благоприятная возможность запуска для пакера ЦРП по истечении значительного времени после вставления в целях сегрегирования секции скважины в более позднюю дату по эксплуатационным причинам.

В целях достижения этого опалубочная конструкция может быть выполнена так, чтобы включать один или несколько электрорезистивных элементов, чтобы через опалубочную конструкцию мог бы быть пропущен электрический ток, что стимулирует ее нагревание. Данный эффект нагревания может быть использован для инициирования реакции разбухания и схватывания в выбранное время в результате разложения замедлителя, как описано прежде, или в результате уменьшения жесткости или увеличения пористости опалубочной конструкции вследствие плавления определенных сдерживающих или запечатывающих элементов.

В альтернативном или дополнительном варианте, пористая опалубочная конструкция может быть временно запечатана при использовании воскового или полимерного покрытия, характеризующегося конкретной температурой плавления (принимая во внимание условия как по температуре, так и по дав-

лению в окружающей среде использования), таким образом, чтобы оно прекращало бы запечатывать опалубочную конструкцию в предварительно определенном местоположении на карте температура-давление для скважины, что будет соответствовать известным условиям на указанной глубине скважины, в которой ее устанавливают. После этого будет обеспечена возможность вхождения скважинной текучей среды в контакт с порошком, чтобы инициировать реакцию разбухания и схватывания сразу после ее близости к выбранному местоположению. Это может быть настроено таким образом, чтобы восковое или полимерное покрытие могло бы расплавляться сразу после попадания опалубочной конструкции в пределы указанного расстояния от выбранного местоположения, например, в пределы 500 м, 400 м, 300 м, 200 м или 100 м от предварительно определенного местоположения в скважине.

Материалы, которые могут быть использованы для временного запечатывания, включают нижеследующее, но не ограничиваются только этим: полиэтилен низкой плотности (LDPE); полиэтилен высокой плотности (HDPE); полипропилен (PP); поливинилхлорид (PVC); полистирол (PS); нейлон, нейлон 6 или нейлон 6,6; термопластические полиуретаны (TPU); полимеры природного происхождения, такие как полимеры на основе крахмала; и эластомеры природного и синтетического происхождения.

В альтернативном или дополнительном вариантах, пористая опалубочная конструкция может быть запечатана при использовании воска или полимера, характеризующихся конкретной скоростью деструктирования в конкретной химической окружающей среде при конкретных давлении и температуре, в целях предоставления скважинной текучей среде возможности вхождения в контакт с порошком и инициирования реакции разбухания и схватывания во время, последующее за ее вхождением в контакт с указанной конкретной химической окружающей средой. Сразу после принятия решения об инициировании реакции разбухания или достижения соответствующих условий при размещении опалубочной конструкции давление в скважине может быть увеличено при помощи насоса для увеличения давления выше гидростатического давления на глубине пакера ЦРП в целях стимулирования быстрого распада запечатывающего средства и предоставления скважинным текучим средам возможности вхождения в контакт с порошком и инициирования реакции разбухания и схватывания. Кроме того, поскольку пакеры ЦРП могут быть установлены на различных глубинах, они могут быть инициированы индивидуально в порядке глубины (наибольшая глубина вначале) в результате регулирования избыточного давления, приложенного на поверхности, в пределах расчетных предельных значений, поскольку самый нижний незапущенный пакер ЦРП будет воспринимать избыточное давление плюс наибольшее гидростатическое давление. Это подходящий путь регулирования размещения опалубочных конструкций в различных местоположениях в пределах существующего ствола скважины, а после этого отключения различных областей, когда они опорожняются от нефти, для оптимизирования после этого эксплуатационных характеристик остающихся областей.

В порядке конкретного примера поры в вязаной опалубочной конструкции могут быть запечатаны при использовании воскового или полимерного покрытия. Органомодифицированная глина, содержащая олигомерные стирольные элементарные звенья, связанные между слоями глины, может быть связана с указанным покрытием или дозирована в скважинную текучую среду. Глина увеличивает термостойкость олигомерного поверхностно-активного вещества таким образом, чтобы данная структура могла бы быть настроена для высвобождения олигомерного поверхностно-активного вещества выше заданных температуры и давления. Олигомерное поверхностно-активное вещество сразу после высвобождения будет стимулировать быстрое деструктирование воскового или полимерного слоя, и сразу после деструктирования скважинная текучая среда будет входить в контакт с порошком, стимулируя разбухание и схватывание пакера ЦРП и изоляцию им зоны.

В альтернативном варианте, поры могут быть запечатаны при использовании воскового или полимерного покрытия. В более позднее время покрытие может быть деструктировано в результате дозирования химического реагента в скважинную текучую среду и обеспечения ее циркулирования в целях стимулирования быстрого распада запечатывающего средства и обеспечения вхождения скважинных текучих сред в контакт с порошком и инициирования реакции разбухания и схватывания. Полимеры, подходящие для использования в покрытии, включают нижеследующее, но не ограничиваются только этим: полиэтилен низкой плотности (LDPE); полиэтилен высокой плотности (HDPE); полипропилен (PP); поливинилхлорид (PVC); полистирол (PS); нейлон, нейлон 6 или нейлон 6,6; термопластические полиуретаны (TPU); полимеры природного происхождения, такие как полимеры на основе крахмала; и эластомеры природного и синтетического происхождения.

Подходящие химические реагенты, которые можно было бы дозировать и осуществлять циркулирование для распада покрытия, включают нижеследующее, но не ограничиваются только этим: гидрофильные поверхностно-активные вещества; и кислоты, включающие хлористоводородную кислоту и серную кислоту.

Заглушки, использованные в системе, как это продемонстрировано на фиг. 4, могут быть механически прикреплены к базовой трубе при использовании широкого спектра традиционных способов прикрепления. Такие способы включают нижеследующее, но не ограничиваются только этим: резьбовое прикрепление и установочные винты или использование подходящего клея. Заглушки выполняют несколько функций. Они предотвращают перемещение торических колец вдоль по трубе во время хранения, транс-

портирования и установки. Они защищают обсадную трубу по мере опускания пакера ЦРП в его позицию в пределах обсадной трубы или необсаженного ствола скважины. Они могут увеличивать сопротивление сдвиговым нагрузкам для схватившегося пакера ЦРП в результате уменьшения эффективной глубины схватившегося цемента, подвергнутого воздействию сдвиговой нагрузки, и увеличения максимальной сдвиговой нагрузки между внутренним запечатыванием обсадной трубы и трубой, на которой устанавливают пакер ЦРП. Поэтому также могут быть установлены и промежуточные заглушки на пути вдоль по длине пакера ЦРП (в особенности для случая его большой протяженности) для увеличения способности выдерживать нагрузку, для увеличения уровня защиты или для разделения зон торических колец, обладающих различными свойствами.

Это может оказаться в особенности выгодным для длинных пакеров ЦРП, где различные свойства могут оказаться желательными для изменяющихся физических и химических окружающих сред, которые могут встречаться на протяжении срока службы системы. Заглушки могут быть изготовлены из любых стандартных конструкционных материалов, в том числе стали. В типичном случае будет выбираться сталь, которая является совместимой со сталью, использованной для обсадной колонны, и поэтому типичными марками были бы L80, P110, или для коррозионно-активных сред могли бы быть использованы нержавеющие стали, такие как продукты Monel 400, K500, 600 или 700. Угол заглушки, находящийся в контакте с опалубочной конструкцией, будет подвергнут снятию фаски или закруглению во избежание повреждения опалубочной конструкции по мере ее разбухания по направлению к заглушке.

Конфигурация опалубочной конструкции и заглушек обеспечивает по мере разбухания материала направление разбухания, и, таким образом, перемещение от наружной поверхности обсадной трубы контролируется и направляется по существу радиально наружу к поверхности, для которой предполагается сформировать запечатывание при использовании пакера ЦРП, (внутренней поверхности трубы/ствола скважины).

Пример

Один вариант осуществления настоящего изобретения состоит из стальной трубы, имеющей те же самые размеры, что и размеры, используемые в эксплуатационной колонне для добычи нефти, в данном случае являющейся трубой, имеющей наружный диаметр 244 мм и длину 2,438 м.

Текстурированную сложнополиэфирную нить использовали при вязании с рисунками "тамбурного переплетения" (иногда называемой "петельной цепочкой") вдоль по длине текстильного полотна для достижения минимального растяжения по длине текстильного рукава (0-1/1-0). Между тамбурными переплетениями вставляли эластомерную нить для соединения тамбурных переплетений друг с другом в целях создания текстильного полотна и получения возможности расширения в окружном направлении текстильного рукава (0-0/3-3).

В результате вязания изготавливали 42 рукава, каждый из которых имеет длину 83 см. После этого каждый из рукавов наполняли при использовании приблизительно 0,35 кг порошка, который был тщательно совместно смешан в следующих далее пропорциях (при расчете на массу): 36,8% портландцемента общего назначения 52.5N, 15,5% продукта Ternal White, 29,4% безводного сульфата кальция, 0,5% этилендиаминтетрауксусной кислоты, 0,3% сверхвпитывающего полимера, 10% Fe₃O₄ синтетического происхождения и 7,5% сульфата бария. После этого концы каждого из рукавов вручную сшивали друг с другом для формирования тора при использовании краеобметочного стежка в целях создания плавного стыка, который может расширяться преимущественно в поперечном направлении. Вслед за этим порошок перераспределяли и консолидировали в результате расположения каждого наполненного тора в двухкомпонентной торообразной пресс-форме и осуществления ее вибрации на протяжении 5 минут. Пресс-форму раскрывали и положение тора меняли шесть раз во время осуществления технологического процесса для обеспечения возможности равномерного распределения порошка в пределах опалубочной конструкции. Данный технологический процесс повторяли для производства 42 торических колец.

Изготавливали две стальные заглушки (как это продемонстрировано на фиг. 4). Одну заглушку прикрепляли к базовой трубе при использовании установочных винтов, после этого на базовой трубе собирали и уплотняли друг с другом 42 тора, вслед за этим на базовой трубе при использовании установочных винтов фиксировали вторую заглушку. В целях наклеивания наполненных торических колец на базовую трубу для предотвращения дальнейшего перемещения также использовали минимальное количество кремнийсодержащего клея. После этого наполненный пакер ЦРП раскатывали на плоской поверхности для спрессовывания торических колец друг с другом в целях формирования рукава прямоугольного поперечного сечения (вместо рукава, изготовленного из множества маленьких кругов), который обрамлял базовую трубу и имел приблизительно 18 мм в глубину, будучи на 2 мм ниже, чем глубина заглушек. После этого заверченный пакер ЦРП заворачивали и запечатывали в пластиковой пленке для хранения.

Спустя одну неделю пластиковую пленку удаляли и пакер ЦРП опускали в стальную трубу, имеющую внутренний диаметр 315 мм, которую наполняли водой, насыщенной хлоридом натрия. Согласно наблюдениям торы, наполненные порошком, разбухали на протяжении 7-дневного периода времени, формируя водонепроницаемое запечатывание, и по истечении 14 дней 30 см длины пакера ЦРП отрезали, данная секция противостояла воздействию тягового усилия в 19 тонн. Секции наружной трубы отрезали

для демонстрации расширения торов, наполненных порошком, и формирования ими запечатывания по отношению к ней.

Другие области применения

До сих пор данную систему обсуждали в контексте труб для нефтяной скважины, но существует и несколько других областей применения для технологии и для варианта использования опалубочной конструкции, наполненной разбухающим порошком. Это относится к нескольким областям применения при запечатывании и противостоянии воздействию сдвиговой нагрузки. Неограничивающий перечень областей применения включает следующие далее варианты применения.

Внешняя защита трубных стыков, в частности, сварных стыков для больших стальных магистральных трубопроводов. Опалубочную конструкцию изготавливают в виде нескольких тороидальных элементов, которые могут быть связаны друг с другом. Данные элементы сталкивают на конец одной из подлежащих соединению труб таким образом, чтобы они сидели бы на внешней стороне трубы. Сразу после сваривания концов труб друг с другом элементы толкали вдоль трубы для покрытия сварного стыка. После этого опалубочную конструкцию гидратировали в результате разбрызгивания воды или водной среды или погружения в них. Это стимулирует разбухание и схватывание опалубочной конструкции, создавая бетонный экран, который защищает сварной шов. Вследствие разбухания опалубочной конструкции, наполненной порошком, до ее схватывания она будет формировать запечатывание для трубы и защищать ее от: механического повреждения и корроирования, вследствие щелочной природы цементной смеси она также будет ингибировать корроирование стальных труб в результате пассивирования.

Соединение труб. Как это продемонстрировано на фиг. 5, опалубочную конструкцию устанавливают на внутренней стороне трубы таким образом, чтобы отрезанная труба (21) была бы вставлена в устройство. Вторую отрезанную трубу (22), подлежащую соединению с первой отрезанной трубой (21), вставляют на другом конце устройства. Отверстие и резервуар (23) для наполнителя, предназначенные для гидратирования опалубочной конструкции (26), наполненной порошком, располагают поверх устройства и в них подают водную среду вплоть до наполнения резервуара. (Торообразную) опалубочную конструкцию, наполненную порошком, компонуют по окружности вокруг подлежащих соединению труб. Резервуар связывают жестким кожухом (24), который удерживает жидкость по месту при одновременном схватывании порошка, кожух включает внутренний ограничитель для предотвращения избыточного вставления трубы, данный ограничитель включает отверстия для допущения прохождения водной среды между двумя половинами. Устройство дополнительно может включать необязательные эластомерные кольцевые герметизирующие прокладки (25) на каждом конце устройства и в месте соединения двух труб (не показано) для содействия удерживанию водной среды вплоть до расширения и схватывания опалубочной конструкции, наполненной порошком.

Настоящее изобретение также могло бы быть использовано для запечатывания трещины значительного размера. В одном примере в трещину может быть вставлена линейная опалубочная конструкция, например, цилиндр, закрытый по обоим концам, которую после этого активируют при использовании водной среды таким образом, чтобы она расширялась бы для заполнения трещины и схватывалась и уплотняла бы трещину.

Изобретение также может быть использовано для запечатывания мест прохода труб в емкостях и обвалованных участках - в данном случае опалубочную конструкцию, наполненную порошком, надвигают поверх трубы, а трубу вставляют через отверстие или для случая бетонной обваловки бетон выливают вокруг трубы и опалубочной конструкции, наполненной порошком. После этого опалубочную конструкцию обрызгивают водной средой, и опалубочная конструкция расширяется по отношению к емкости/обвалованной стенке до схватывания при создании долговечной запечатанной поверхности раздела.

Изобретение также может быть использовано в форме большой подушко- или рукавообразной опалубочной конструкции, наполненной порошком, которая может быть использована для временного залатывания отверстий в кораблях. Большие наполненные порошком формы, весящие вплоть до 30 кг, могли бы быть использованы для заделывания пробоины в корпусе кораблей, после этого они бы расширялись при воздействии воды с наружной стороны и схватывались бы для частичного или полного запечатывания пробоины в корпусе. Это быстрое и эффективное решение проблемы для случая получения отверстия кораблем в море и возникновения потребности в перекрытии пробоины в корпусе и в возвращении в порт для качественного ремонта.

Изобретение также может быть использовано для запечатывания трубы или закупоривания неиспользуемых нефтяных скважин или секций скважин, в результате чего рукавная опалубочная конструкция, наполненная порошком, где оба конца являются закрытыми, может быть вставлена в трубу, имеющую больший диаметр, чем наружный диаметр опалубочной конструкции, и опалубочная конструкция, наполненная порошком, будет разбухать при контакте с водной средой в трубе или необсаженной скважине, закупоривая трубу/скважину. В альтернативном варианте, пакер ЦРП в соответствии с представленным прежде описанием изобретения может быть собран на сплошном сердечнике вместо базовой трубы, например, бетонном сердечнике, пакер ЦРП после этого будет расширяться для полного закрытия трубы или ствола. Это альтернативный вариант закрытия трубы.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция, при этом упомянутая опалубочная конструкция содержит сухой цементирующий порошкообразный наполнитель, который при воздействии водной среды будет расширяться по отношению к ограничивающим воздействиям опалубочной конструкции и схватываться с образованием сплошного, твердого и связного материала, причем указанная опалубочная конструкция является проницаемой для жидкостей, но по существу непроницаемой для указанного цементирующего порошкообразного наполнителя, причем опалубочная конструкция является тороидальной по профилю, в том числе с прямоугольным или квадратным поперечным сечением с закругленными по радиусу углами.

2. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.1, отличающаяся тем, что цементирующий порошкообразный наполнитель расширяется до по меньшей мере 125% от своего первоначального объема под воздействием водной среды.

3. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.2, отличающаяся тем, что цементирующий порошкообразный наполнитель расширяется до значения в диапазоне от 125 до 650% от своего первоначального объема под воздействием водной среды, или до значения в диапазоне от 125 до 450% от своего первоначального объема, или до значения в диапазоне от 125 до 300% от своего первоначального объема, или до значения в диапазоне от 130 до 170% от своего первоначального объема.

4. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому предшествующему пункту, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция выполнена с возможностью оказания ограничивающего давления на цементирующий порошкообразный наполнитель таким образом, чтобы по мере его расширения она оказывала бы увеличивающееся ограничивающее давление на цементирующий порошкообразный наполнитель при увеличении степени расширения.

5. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому предшествующему пункту, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция и расширившийся и схватившийся порошкообразный наполнитель образуют запечатывание сразу после схватывания.

6. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому предшествующему пункту, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция выполнена значительно более жесткой в тороидальном направлении, чем в полоидальном направлении.

7. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.6, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция изготовлена в результате вязания при использовании двухфунтурного основывания таким образом, чтобы эластомерные нити, такие как эластик, проходили в полоидальном направлении, а более жесткие нити, такие как мультифиламентные сложнополиэфирные нити, проходили в тороидальном направлении большой окружности.

8. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.6 или 7, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция изготовлена при использовании одного из следующих далее технологических процессов: уточное вязание; основывание на кругловязальной машине, также известное под наименованием вязаного плетения; плетение; тканье; складывание и сваривание или стачивание текстильного полотна простого переплетения таким образом, чтобы имел место прямой шов вдоль одной кромки или обеих кромок; складывание и сваривание или стачивание текстильного полотна простого переплетения по профилю спирального оборачивания; экструдированный рукав; рукав, изготовленный в результате трехмерной печати; в результате экструдирования, литьевого формования, вакуумного формования или центробежного формования формы полимерных рукава или тороида с отверстиями в них, которым при необходимости была придана жесткость в результате формирования утолщенных элементов в тороидальном направлении или вставления композитных элементов более высокой жесткости в тороидальном направлении.

9. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому предшествующему пункту, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция и сухой цементирующий порошкообразный наполнитель собраны на трубе.

10. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.9, отличающаяся тем, что сборная пористая опалубочная конструкция имеет заглушки на каждом конце сборочной конструкции.

11. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.9 или 10, отличающаяся тем, что множество торических колец, описанных по любому одному из пп.6-8, скомпонованы по соседству друг с другом на базовой трубе для формирования сборной конструкции опалубочной конструкции.

12. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.11, отличающаяся тем, что в опалубочной конструкции использованы торические кольца, имеющие различные опалубочные конструкции и/или различные цементирующие порошкообразные наполнители, и они скомпонованы в группы из одного или множества колец для получения различных свойств вдоль по длине сборной конструкции опалубочной конструкции.

13. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.12, отличающаяся тем, что цементирующий порошкообразный наполнитель дозирован при различных уровнях содержания или типах замедлителя или ускорителя в целях задерживания или ускорения расширения, при этом группы из колец

скомпонованы таким образом, чтобы центральные группы колец расширялись до активирования колец, расположенных ближе всего к заглушкам.

14. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому предшествующему пункту, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит электрорезистивные элементы.

15. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому предшествующему пункту, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция может быть временно запечатана при использовании воскового или полимерного покрытия.

16. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.15, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция временно запечатана при использовании воскового или полимерного покрытия, характеризующегося конкретной температурой плавления, таким образом, чтобы оно прекращало бы запечатывать опалубочную конструкцию сразу после достижения предварительно определенного профиля по температуре и давлению.

17. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.15, отличающаяся тем, что восковое или полимерное покрытие деструктурирует в результате дозирования химического реагента в текучую среду и обеспечения ее циркулирования вокруг опалубочной конструкции в целях стимулирования быстрого распада запечатывающего средства и обеспечения вхождения текучих сред в контакт с цементирующим порошкообразным наполнителем и инициирования реакции разбухания и схватывания.

18. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому предшествующему пункту, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция является рукавной по профилю и состоит из внутренней и наружной поверхностей, соединенных при использовании эластично или пластично деформируемых связующих элементов, при этом наружная поверхность является эластично или пластично деформируемой и является проницаемой для водной среды, но по существу непроницаемой для цементирующего порошкообразного наполнителя.

19. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому предшествующему пункту, отличающаяся тем, что опалубочная конструкция изготовлена из растворяющихся нитей, таких как нити из полимолочной кислоты (PLA) или поли(1-молочной кислоты) (PLLA).

20. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.1, в которой сухой цементирующий порошкообразный наполнитель представляет собой цементирующую порошкообразную смесь (смесь цементирующего разбухающего пакера (ЦРП)), которая разбухает и схватывается под воздействием водной среды, и которая характеризуется следующей далее композицией:

- a. цементирующий порошок на основе силиката кальция;
- b. цемент на основе оксида алюминия, содержащий компонент, представляющий собой оксид кальция, или смешанный с ним;
- c. сульфат кальция;
- d. сверхвпитывающий полимер (SAP);
- e. оксид металла, который является термостойким выше 120°C;
- f. плотную фазу, представляющую собой нерастворимое сульфатное соединение; и
- g. материал замедлителя, который может быть использован для замедления начального схватывания цемента, содержащего компонент (a) и/или компонент (b).

21. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.20, отличающаяся тем, что компонент (a) цементирующей порошкообразной смеси присутствует в количестве в диапазоне 30-54 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 30-40 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 32-38 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси.

22. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20 или 21, отличающаяся тем, что компонент (b) цементирующей порошкообразной смеси присутствует в количестве в диапазоне 10-25 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 10-20 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 13-16 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси.

23. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-22, отличающаяся тем, что компонент (c) цементирующей порошкообразной смеси присутствует в количестве в диапазоне 20-70 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 20-40 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 28-35 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси.

24. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-23, отличающаяся тем, что компонент (d) цементирующей порошкообразной смеси присутствует в количестве в диапазоне 0,1-10 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 0,1-5 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 0,1-0,5 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси.

25. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-24, отличающаяся тем, что компонент (e) цементирующей порошкообразной смеси присутствует в количестве в диапазоне 2-30 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диа-

пазоне 2-20 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 5-15 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси.

26. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-25, отличающаяся тем, что компонент (f) цементирующей порошкообразной смеси присутствует в количестве в диапазоне 2-30 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 2-15 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 5-10 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси.

27. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-26, отличающаяся тем, что компонент (g) цементирующей порошкообразной смеси присутствует в количестве в диапазоне 0,1-10 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 0,1-5 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси, или в количестве в диапазоне 0,1-2 мас.% от совокупной цементирующей порошкообразной смеси.

28. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-27, отличающаяся тем, что компонент (a) цементирующей порошкообразной смеси выбран из любых марок поргладцемента общего назначения и цементов на магнезиевой основе, в частности, продуктов 52.5 N или 52.5 R CEM 1 (TM) от компании Cemex.

29. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-28, отличающаяся тем, что компонент (b) цементирующей порошкообразной смеси выбран из кальциево-алюминатного цемента, в частности, продукта Ciment Fondue (TM) от компании Imreys.

30. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-29, отличающаяся тем, что компонент (c) цементирующей порошкообразной смеси выбран из характеризующегося более низкой гидратацией аналога сульфата кальция, в частности полугидратного аналога.

31. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-30, отличающаяся тем, что компонент (d) цементирующей порошкообразной смеси выбран из полимеров SAP на целлюлозной основе, полимеров SAP, относящихся к полиакрилонитрильному типу, поливинилспиртовых полимеров SAP, полиэтиленоксидных полимеров SAP или полимеров SAP на основе полиакриловой кислоты.

32. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.31, отличающаяся тем, что полимер SAP цементирующей порошкообразной смеси представляет собой полимер SAP на основе полиакриловой кислоты, предпочтительно натриевосолевой аналог, представляющий собой полиакрилат натрия.

33. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-32, отличающаяся тем, что компонент (e) цементирующей порошкообразной смеси представляет собой оксид металла, который является термостойким выше 120°C и имеет степень окисления +2, +3 или +4.

34. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-33, отличающаяся тем, что компонент (e) цементирующей порошкообразной смеси выбран из оксидов железа, диоксида титана и оксида алюминия, в частности одного из оксидов железа, такого как Fe₃O₄.

35. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-34, отличающаяся тем, что компонент (f) цементирующей порошкообразной смеси выбран из сульфатов щелочноземельных металлов, в частности сульфата бария.

36. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-35, отличающаяся тем, что компонент (g) цементирующей порошкообразной смеси выбран из материала замедлителя, который используют для замедления начального схватывания компонента (a) или компонента (b) или цемента на магнезиевой основе.

37. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому одному из пп.20-36, отличающаяся тем, что компонент (g) цементирующей порошкообразной смеси выбран из сахаров природного или синтетического происхождения, карбоновых кислот, лимонных кислот и их солевых аналогов или аминополикарбоновых кислот.

38. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по п.37, отличающаяся тем, что компонент (g) цементирующей порошкообразной смеси представляет собой аминополикарбоновую кислоту.

39. Способная расширяться пористая опалубочная конструкция по любому из пп.1-3, отличающаяся тем, что цементирующий порошкообразный наполнитель характеризуется следующей далее композицией:

- i. любой цемент, относящийся к типу CEM I, CEM II, CEM III, CEM IV или CEM V, который дозирован в количестве в диапазоне 10-90 мас.% от смеси пакера ЦРП по любому одному из пп.20-38;
- ii. любой высокоалюминатный цемент, который дозирован в количестве в диапазоне 10-90 мас.% от смеси пакера ЦРП по любому одному из пп.20-38;
- iii. CaSO₄ в безводной, полугидратной или дигидратной форме, который дозирован в количестве в диапазоне 20-80 мас.% от смеси пакера ЦРП по любому одному из пп.20-38;
- iv. этилендиаминтетрауксусная кислота, которая дозирована в количестве в диапазоне 0,01-10 мас.% от смеси пакера ЦРП по любому одному из пп.20-38;

v. любой сверхвпитывающий полимер, который дозирован в количестве в диапазоне 0,01-10 мас.% от смеси пакера ЦРП по любому одному из пп.20-38;

vi. любой один из FeO , Fe_2O_3 или Fe_3O_4 , который дозирован в количестве в диапазоне 1-30 мас.% от смеси пакера ЦРП по любому одному из пп.20-38;

vii. сульфат бария, который дозирован в количестве в диапазоне 1-30 мас.% от смеси пакера ЦРП по любому одному из пп.20-38.

40. Устройство для запечатывания пространства между одной трубой и другой трубой или между трубой и буровой скважиной, причем указанное устройство использует способную расширяться пористую опалубочную конструкцию по любому из пп.1-19 и 39.

41. Устройство по п.40, отличающееся тем, что устройство используют для зональной изоляции в нефтяной скважине.

42. Устройство для внешней защиты трубных стыков, причем указанное устройство содержит одну или несколько способных расширяться пористых опалубочных конструкций по любому одному из пп.1-19 и 39.

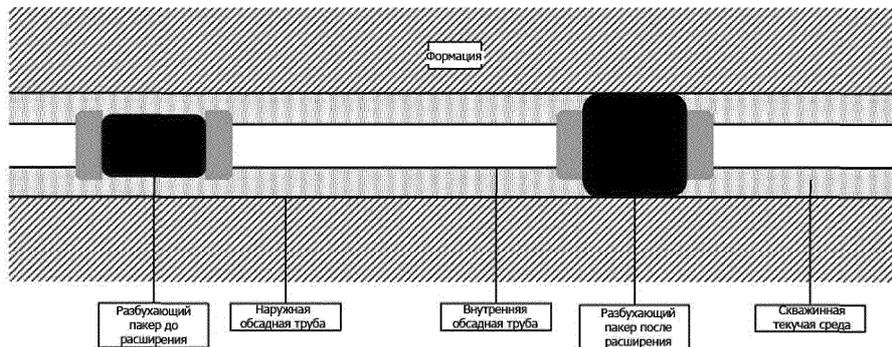
43. Устройство по п.42, отличающееся тем, что устройство используют для защиты сварных стыков для больших стальных магистральных трубопроводов.

44. Устройство для соединения двух труб, причем указанное устройство содержит одну или несколько способных расширяться пористых опалубочных конструкций по любому одному из пп.1-19 и 39.

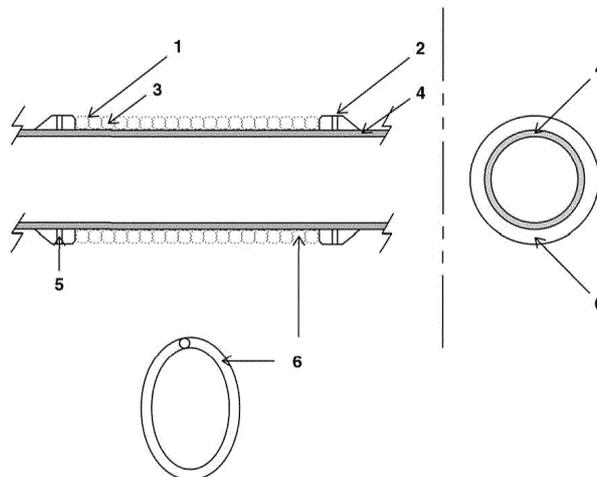
45. Устройство для временного залатывания отверстий в корпусах кораблей, причем указанное устройство содержит одну или несколько способных расширяться пористых опалубочных конструкций по любому одному из пп.1-19 и 39.

46. Устройство по п.45, отличающееся тем, что способные расширяться пористые опалубочные конструкции скомпонованы с профилем больших подушко- или рукавообразных опалубочных конструкций, наполненных цементирующим порошкообразным наполнителем.

47. Устройство для полного запечатывания трубы или ствола, причем указанное устройство содержит одну или несколько способных расширяться пористых опалубочных конструкций по любому одному из пп.1-19 и 39.

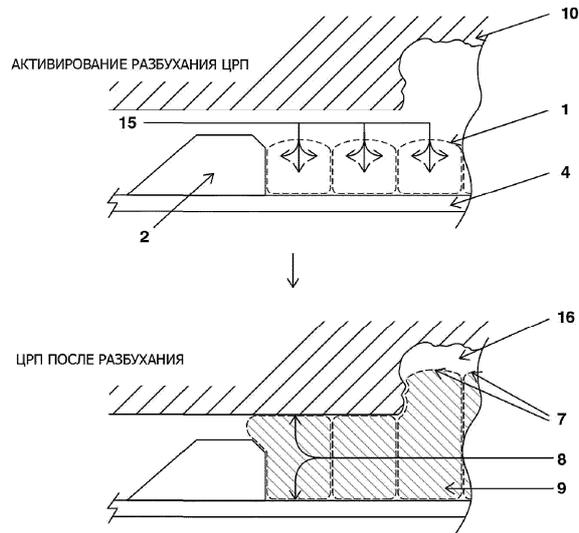
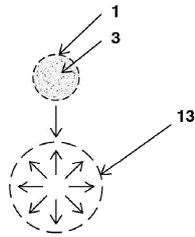


Фиг. 1

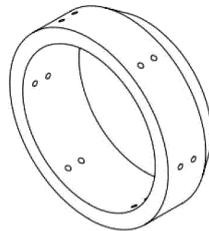


Фиг. 2

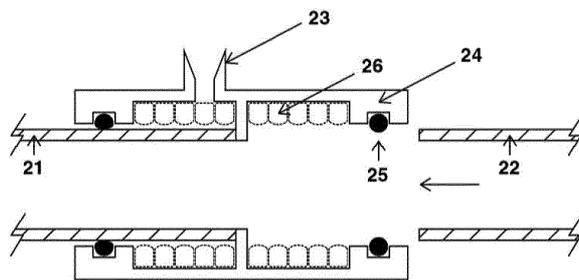
НЕОГРАНИЧЕННОЕ РАЗБУХАНИЕ



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

