

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037727**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.05.14

(51) Int. Cl. *E21B 43/10* (2006.01)
E21B 33/13 (2006.01)

(21) Номер заявки
201991106

(22) Дата подачи заявки
2017.10.30

(54) **СПОСОБ ГЕРМЕТИЗАЦИИ ПУСТОТ В ОТВЕРЖДАЕМОЙ ЦЕМЕНТНОЙ
ОБОЛОЧКЕ, ОКРУЖАЮЩЕЙ ОБСАДНУЮ ТРУБУ СКВАЖИНЫ, ИЛИ ВБЛИЗИ НЕЕ**

(31) **16196704.7**

(56) US-A1-2008223568
US-A1-2010319427
US-B2-6725917
US-A-4716965

(32) **2016.11.01**

(33) **EP**

(43) **2019.09.30**

(86) **PCT/EP2017/077817**

(87) **WO 2018/083069 2018.05.11**

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

(72) Изобретатель:
Корнелиссен Эрик Керст (NL)

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

(57) Способ герметизации пустот в отверждаемой цементной оболочке (4), окружающей обсадную трубу (3) подземного ствола скважины, или вблизи нее, причем способ включает этапы: создания расширительного устройства (1) с краевыми расширительными сегментами (2), которое выполнено с возможностью перемещения с расширительными сегментами (2) в нерасширенной конфигурации вверх и вниз по обсадной трубе скважины (3); перемещения нерасширенного расширительного устройства (1) на выбранную глубину в обсадной трубе (3) скважины; расширения краевых расширительных сегментов (2) на выбранной глубине, тем самым пластически расширяя выбранный участок обсадной трубы и вдавливая расширенный участок обсадной трубы в окружающую цементную оболочку, тем самым герметизируя полости.

B1**037727****037727****B1**

Область техники

Настоящее изобретение относится к способу герметизации пустот в отверждаемой цементной оболочке, окружающей обсадную трубу подземного ствола скважины, или вблизи нее.

Уровень техники

В патенте США № 4716965 описан способ герметизации, при котором гибкая гильза, изготовленная из эластомерной пены, охватывает обсадную трубу скважины, чтобы герметизировать какие-либо микроскопические кольцевые пространства между обсадной трубой скважины и цементом в окружающем кольцевом пространстве обсадной трубы. Известная гильза может быть расположена только вокруг обсадной трубы скважины и не подходит для облицовки внутренней поверхности обсадной трубы скважины, поскольку она подвержена повреждению и отрыву от нее.

В другом способе герметизации, раскрытом в патенте США № 8157007, обсадной хвостовик или обсадную трубу локально расширяют в нескольких местах по ее длине с помощью надувной камеры для создания зональной изоляции. Недостаток этого известного способа заключается в том, что усилие расширения, создаваемое надувной камерой, ограничено, так что камера не подходит для расширения толстостенной обсадной трубы, по меньшей мере, вместе с внутренней частью окружающей оболочки из отверждаемого цемента.

Другие решения для герметизации цементной оболочки, окружающей обсадную трубу, включают замещение цемента за обсадной трубой и/или добавление дополнительного материала для улучшения герметизации в кольцевом пространстве. Эти способы замещения и добавления цемента известны как "фрезеровочные работы и цементирование участка обсадной трубы", "перфорирование-промывка и цементирование", "перфорирование и закачка цемента или смолы" и требуют создания доступа к кольцевому пространству путем фрезерования или перфорирования обсадной трубы, включают в себя сложные внутрискважинные работы, для некоторых из которых необходимо наличие дорогостоящей буровой установки на буровой площадке. Степень успеха этих способов замещения или добавления цемента ограничена, как правило, в диапазоне от 30 до 60%.

Сущность изобретения

В соответствии с настоящим изобретением предложен способ герметизации пустот в отверждаемой цементной оболочке, окружающей обсадную трубу подземного ствола скважины, или вблизи нее, причем способ включает этапы: создания расширительного устройства с краевыми расширительными сегментами, которое выполнено с возможностью перемещения с расширительными сегментами в нерасширенной конфигурации вверх и вниз по обсадной трубе скважины; перемещения нерасширенного расширительного устройства на выбранную глубину в обсадной трубе скважины; расширения краевых расширительных сегментов на выбранной глубине, тем самым выдавливания расположенных по окружности углублений во внутренней поверхности выбранного участка обсадной трубы и расширения наружной поверхности выбранного расширяемого участка обсадной трубы в окружающую цементную оболочку, тем самым герметизируя полости.

Эти и другие признаки, варианты реализации и преимущества способа и подходящих расширительных устройств описаны в прилагаемой формуле изобретения, реферате и последующем подробном описании неограничивающих вариантов реализации, изображенных на прилагаемых чертежах, на которых использованы номера позиций для описания, относящиеся к соответствующим номерам позиций, изображенным на чертежах.

Одинаковые номера позиций на разных фигурах обозначают одинаковые или похожие объекты. Специалист в данной области может по-разному комбинировать объекты и другие признаки, изображенные на чертежах и/или описанные в данном описании, реферате и/или формуле изобретения.

Краткое описание графических материалов

На фиг. 1 показан пример подходящего расширительного устройства с краевыми расширительными сегментами в нерасширенной конфигурации;

на фиг. 2 показано расширительное устройство по фиг. 1 с краевыми расширительными сегментами в расширенной конфигурации;

на фиг. 3 показан вид в продольном разрезе цементированной обсадной трубы скважины, короткий участок которой был расширен и вдавлен в окружающую цементную оболочку с помощью краевых расширительных сегментов;

на фиг. 4 приведен вид в перспективе другого подходящего расширительного устройства;

на фиг. 5 приведен увеличенный вид в перспективе сегментов расширительного устройства по фиг. 4 под другим углом зрения;

на фиг. 6а и 6б соответственно приведен вид сбоку и вид в продольном разрезе расширительного устройства по фиг. 4;

на фиг. 7а-7с показаны последовательные этапы работы расширительных устройств, показанных на фиг. 4, в обсадной трубе скважины в продольном разрезе.

Подробное описание изображенных вариантов реализации изобретения

Заявитель установил, что существует потребность в улучшенном и надежном способе герметизации цементной оболочки, который не основан на замещении или добавлении материалов за обсадной трубой

и не требует проникновения в обсадную трубу. Также существует потребность в улучшенном экономически эффективном и надежном способе герметизации цемента, который использует уже имеющиеся на месте материалы и который может быть применен с помощью надежного инструмента в простой внутри-скважинной операции, предпочтительно без использования дорогостоящей буровой установки. Кроме того, может возникнуть необходимость в улучшенном способе и системе для герметизации цементной оболочки, которая обладает возможностью расширения толстостенной обсадной трубы или другого обсадного хвостовика и по меньшей мере части окружающей отверждаемой цементной оболочки для герметизации микроскопических кольцевых пространств и других пустот в цементной оболочке и вблизи нее, что позволяет преодолеть ограничения и недостатки известных способов и систем для герметизации цементных оболочек, окружающих обсадные трубы и другие обсадные хвостовики.

Благодаря расширению краевых расширительных сегментов по отношению к цементированной оболочке на выбранной глубине и, таким образом, выдавливанию расположенных по окружности углублений во внутренней поверхности участка обсадной трубы наружная поверхность участка обсадной трубы может быть локально расширена в окружающую цементную оболочку. Неожиданно было установлено, что пустоты в цементной оболочке могут быть герметизированы. Считается, что отверждаемый цемент будет проявлять пластическую деформацию под действием напряжения, вызванного локальным расширением выбранного участка обсадной трубы в цементную оболочку. По меньшей мере часть наружной поверхности расширяемого участка обсадной трубы и окружающей цементной оболочки может быть пластически деформирована в результате расширения.

Пустоты могут быть герметизированы на постоянной основе. По меньшей мере, было обнаружено, что герметизация пустот сохраняется после извлечения расширительного устройства. Эффект удерживания может быть усилен пластической деформацией цементной оболочки, что может привести к пластическому заполнению пустот цементом.

Пустоты могут содержать микроскопические кольцевые пространства в отверждаемой цементной оболочке и вблизи нее, и во время этапа расширения расширительное устройство может быть расположено, по существу, на постоянной глубине внутри ствола скважины. Необязательно этап расширения выбранного участка обсадной трубы сопровождается перемещением нерасширенного расширительного устройства вверх или вниз по стволу скважины на другую глубину, на которой может быть расширен другой выбранный участок обсадной трубы для герметизации микроскопических кольцевых пространств и других пустот на указанной другой глубине. Указанная операция может быть повторена несколько раз для герметизации микроскопических кольцевых пространств и других пустот на нескольких глубинах по длине ствола скважины.

В способе может подходящим образом использоваться расширительное устройство для герметизации пустот в отверждаемой цементной оболочке, окружающей обсадную трубу подземного ствола скважины, или вблизи нее. Расширительное устройство, соответственно, содержит ряд краевых расширительных сегментов, разнесенных по окружности, которые выполнены с возможностью пластического расширения кольца разнесенных по окружности углублений в выбранном участке обсадной трубы и, таким образом, вдавливания расширяемого участка обсадной трубы в окружающую цементную оболочку, тем самым герметизируя пустоты.

Расширительное устройство может быть подвешено к трубчатой колонне, талевому канату или линии электронной связи, по которой может транспортироваться электрическая и необязательно гидравлическая энергия и/или сигналы от расширительного устройства и узла управления на поверхности земли. Расширительные сегменты могут иметь в продольном направлении, по существу, V-образные края и могут быть выполнены с возможностью расширения выбранного участка обсадной трубы таким образом, чтобы он имел кольцо, по существу, V-образных углублений в продольном направлении, причем этот участок соединен с соседними нерасширенными плавными изогнутыми наружу, вогнутыми, наполовину расширенными участками обсадной трубы. Продольная длина, по существу, V-образных краев может составлять менее 20 см, необязательно менее 10 см или менее 5 см. Расширительное устройство может содержать узел гидравлического привода, который расширяется в радиальном направлении и сжимает расширительные сегменты.

На фиг. 1 показан вариант реализации расширительного устройства 1. Устройство 1 содержит расширительные сегменты 2 и выполнено с возможностью перемещения с расширительными сегментами 2 в нерасширенной конфигурации, как показано на фиг. 1, вверх и вниз по обсадной трубе 3, как показано на фиг. 2 и 3.

На фиг. 2 показана обсадная труба 3 скважины над расширительным устройством 1 с краевыми расширительными сегментами 2 в расширенной конфигурации.

На фиг. 1 и 2, кроме того, показано, что расширительные сегменты 2 содержат V-образные наружные края 12 и паз, в который вставлено O-образное эластомерное кольцо 13, втягивающее расширительные сегменты 2 обратно во втянутое положение после операции локального расширения обсадной трубы. Наружные края 12 могут быть закруглены в направлении по окружности по краям, например, с помощью скошенных граней 14, показанных на фиг. 1 и 2. При этом можно избежать чрезмерной концентрации напряжений, которые в противном случае могли бы возникнуть при расширении сегментов 2 в стенке

обсадной трубы.

На фиг. 3 показан вид в продольном разрезе обсадной трубы 3 скважины, короткий участок которой был расширен и вдавлен в окружающую цементную оболочку 4 с помощью краевых расширительных сегментов 2.

Разнесенные по окружности V-образные углубления 6 представляют собой области, в которых V-образные расширительные сегменты 2 были радиально вдавлены в обсадную трубу 3 скважины.

Предлагаемые в настоящее время способ и система локального расширения обсадной трубы могут быть использованы в качестве способа восстановления и/или ремонта для существующих скважин, в которых колонну 3 обсадных труб скважины, которая может содержать соединенные между собой секции облицовки или обсадной трубы, скважинные фильтры и/или другие трубчатые элементы, цементируют внутри наружной обсадной трубы 5 или горной породы, в которой имеется утечка текучих сред или газа в кольцевом пространстве по длине ствола скважины, через границу раздела между отверждаемым прочным цементом и обсадными трубами или горной породой.

На фиг. 3 показан один из необязательного ряда продольно разнесенных кольцеобразных расширений 6 внутренней обсадной трубы 3 скважины, в результате чего наружная часть обсадной трубы 3 сжимает окружающую цементную оболочку 4 и тем самым улучшает связь и герметизацию поверхности 7 раздела между цементной оболочкой 3 и внутренней обсадной трубой 3, а также герметизацию поверхности 8 раздела между цементной оболочкой 4 и наружной обсадной трубой 5 скважины или горной породой. Локально прилагаемое усилие от расширения внутренней обсадной трубы 3 к замкнутой и прочной цементной оболочке 4 таково, что замкнутый цемент непосредственно за расширенным кольцом пластически деформируется, что приводит к улучшению герметизации поверхностей 7 и 8 раздела.

Во время эксплуатации нерасширенное расширительное устройство 1 может быть опущено в ствол скважины. Нерасширенное расширительное устройство 1 перемещают на выбранную глубину в обсадной трубе скважины. Обычно это включает опускание нерасширенного расширительного устройства 1 до указанной выбранной глубины. Расширительное устройство 1 выполнено с возможностью выполнения множества вдавливаний последовательно по длине ствола скважины за один проход и может быть легко перемещено в стволе скважины к представляющему интерес месту.

Кроме того, на фиг. 1 показано, что расширительное устройство 1 содержит конусообразный расширитель 10, который подводит краевые расширительные сегменты 2 к обсадной трубе 3 и вдавливают их в нее, как показано на фиг. 3. Фасонный расширитель 10 может представлять собой многогранный клин, который может быть перемещен в продольном направлении относительно краевых сегментов 2. Каждая из граней может контактировать с одним из краевых расширительных сегментов 2.

V-образные расширительные сегменты 2 выталкиваются в радиальном направлении наружу, в то время как конусообразный расширитель 10 перемещается в осевом направлении относительно обсадной трубы 3 и расширительных сегментов 2 по неизменной длине хода для создания заранее заданного увеличения диаметра или заранее заданного усилия, действующего на обсадную трубу 3.

Угол конусообразного расширителя 10 и сопряженные области контакта с расширительными сегментами 2 выполнены таким образом, чтобы оптимизировать создаваемое усилие при минимизации трения и предотвращать износ и деформацию поверхностей. Форма расширительных сегментов 2 выполнена таким образом, чтобы максимизировать локальное вдавливание обсадной трубы при одновременном предотвращении разрушения обсадной трубы и деформации области контакта сегментов.

Конусообразный расширитель 10 может приводиться в действие многопоршневым гидравлическим приводом для оптимизации соотношения между требуемым усилием, рабочим давлением и ограничением диаметра.

Гидравлическое давление может быть создано скважинным гидравлическим насосом и/или гидравлической энергией, создаваемой гидравлическим насосом на поверхности земли, которая передается к расширительному устройству через гибкую трубку малого диаметра, известную как капиллярная трубка. Текучая среда для приведения в действие гидравлического цилиндра может переноситься и храниться в расширительном устройстве 1.

Расширительное устройство 1 может перемещаться через ствол скважины с использованием различных устройств развешивания, таких как трос для работ в скважине, линия электронной связи, гибкая труба или составная труба. Предпочтительный способ транспортировки для перемещения расширительного устройства 1 через скважину - с помощью троса, и в этом случае для развешивания буровая установка не требуется. Лабораторные испытания расширительного устройства 1 показали, что:

прочный цемент, замкнутый в кольцевом пространстве между трубами, будет подвергаться пластической деформации под нагрузкой;

применение способа привело к 100-кратному уменьшению скорости утечки при одной единственной деформации кольцевой формы.

На фиг. 4-6 показано другое расширительное устройство, подходящее для реализации способа. В этом варианте реализации расширяемые сегменты выполнены в форме лопастей 22. Лопастей 22 упруго опираются на кольцевое основание 24. В настоящем варианте реализации лопасти 22 и кольцевое основание образуют монолитный элемент. Чтобы избежать концентрации напряжений, небольшие участки

материала могут быть механически удалены из кольцевого основания 24 по краям лопастей 22, как указано выемками 25. На других концах лопастей 22 предусмотрены V-образные наружные края 12. Кольцевое основание 24 может быть снабжено соединительным устройством 26 для крепления инструмента к переходнику привода (не показано). Каждая лопасть 22 также может быть снабжена одним или более поперечных сквозных отверстий 16 для крепления на внутренней стороне каждой лопасти 22 контактного блока, который оптимизирован для контакта с возможностью скольжения с гранями внутреннего клина (внутренний клин показан на фиг. 7а-7с). Вместо них или в дополнение к ним могут использоваться другие средства соединения, включая сварные швы или клейкие вещества. Подобно предыдущему варианту реализации наружные края 12 могут быть закруглены в окружном направлении по краям, например, в виде скошенных граней 14.

Со ссылкой на фиг. 7а-7с, расширительное устройство по фиг. 4-6 показано при работе внутри обсадной трубы 3. На этих фигурах показан конусообразный расширитель 10, который при приведении в действие может перемещаться в продольном направлении относительно лопастей 22. Движущая сила для перемещения может быть приложена посредством гидравлики через узел гидравлического привода (не показан). Соответственно, конусообразный расширитель 10 скользит вдоль центральной продольной оправки (не показано). Конус может иметь грани, которые взаимодействуют с возможностью скольжения с контактными блоками 18, закрепленными в углублениях внутри лопастей. Каждая грань соответствующим образом входит в контакт с одним контактным блоком 18. Контактные блоки 18 могут быть выполнены из материала, отличного от материала лопастей 22. Расширительный конус 10 может быть выполнен из еще одного материала. Все материалы предпочтительно представляют собой различные марки хромистой/молибденовой/ванадиевой стали и/или хромистой стали. В качестве альтернативы могут использоваться другие типы высокопрочных коррозионноустойчивых материалов, таких как никелевые сплавы.

После перемещения устройства в нерасширенном состоянии в выбранное место внутри обсадной трубы 3 скважины, как показано на фиг. 7а, включается гидравлическая система, посредством которой расширительный конус 10 перемещается внутри лопастей 22, которые, в свою очередь, будут упруго перемещаться радиально наружу до тех пор, пока V-образные края 12 сегментов не войдут в зацепление с внутренней поверхностью обсадной трубы 3 скважины (фиг. 7б). При дальнейшем перемещении расширительного конуса 10 V-образные края 12 будут вдавливаться в обсадную трубу 3 и окружающий отверждаемый цемент, как описано выше. Это показано на фиг. 7с. После втягивания расширительного конуса 10 лопасти 22 будут упруго сжиматься до тех пор, пока расширительное устройство снова не окажется в нерасширенном состоянии. Путем соответствующего выбора длины, толщины, формы и материала лопастей могут быть подобраны упругие свойства для функционирования. Таким образом, отдельная пружина, такая как O-образное эластомерное кольцо 13, описанное со ссылкой на фиг. 1 и 2, может не понадобиться. При возврате в нерасширенное состояние расширительное устройство может быть извлечено из ствола скважины или перемещено в другое место в обсадной трубе скважины для повторения процедуры.

На фиг. 8 показана предпочтительная последовательность локального расширения обсадной трубы 3. Показан ствол скважины после завершения операции герметизации. Сначала нерасширенное расширительное устройство было перемещено на выбранную первую глубину 21 в обсадной трубе 3 скважины, на которой краевые расширительные сегменты были расширены, что привело к образованию расположенных по окружности углублений 6 во внутренней поверхности выбранного участка обсадной трубы. Наружная поверхность выбранного расширенного участка обсадной трубы была расширена в окружающую цементную оболочку 4, в то же время удерживая расширительное устройство расположенным, по существу, неподвижно на выбранной первой глубине 21. Это сопровождалось перемещением нерасширенного расширительного устройства на выбранную вторую глубину 22 в обсадной трубе 3. Вторая глубина 22 в этом случае расположена глубже выбранной первой глубины 21. Она не должна совпадать с первой выбранной глубиной 21. Этап расширения повторялся на второй выбранной глубине 22. После этого нерасширенное расширительное устройство было перемещено на выбранные третью и четвертую глубины 23 и 24 соответственно. Они представляют собой промежуточные глубины между указанной первой выбранной глубиной 21 и указанной второй выбранной глубиной 22. При этом достигнуто состояние, в котором цемент в цементной оболочке 4 на промежуточных глубинах подвергался еще большей нагрузке при повторении там этапов расширения, поскольку предыдущие этапы расширения на первой и второй глубинах 21 и 22 удерживают отверждаемый цемент от деформации вдоль кольцевого пространства.

Способы, система и/или какие-либо продукты хорошо подходят для достижения указанных, а также присущих им целей и преимуществ.

Конкретные варианты реализации изобретения, раскрытые выше, являются только иллюстративными, так как настоящее изобретение может быть модифицировано, объединено и/или реализовано различными, но эквивалентными способами, очевидными специалисту в данной области техники, благодаря идеям, изложенным в данном документе. Кроме того, для деталей конструкции или схем, проиллюстрированных в настоящем документе, не предусмотрены никакие ограничения, кроме раскрытых в приве-

денных ниже пунктах формулы изобретения. Поэтому очевидно, что конкретные иллюстративные варианты реализации изобретения, описанные выше, могут быть изменены, объединены и/или модифицированы, и считается, что все такие варианты находятся в рамках объема и сущности настоящего изобретения, определяемых прилагаемой формулой изобретения.

Хотя какие-либо способы, системы и/или продукты, воплощающие изобретение, описаны в терминах "содержащий", "вмещающий", или "включающий в себя", различные компоненты или этапы могут также "состоять, по существу, из" или "состоять из" различных описанных компонентов или этапов.

Все числа и диапазоны, раскрытые выше, могут изменяться в некоторой степени. Всегда, когда раскрывается числовой диапазон с нижним пределом и верхним пределом, раскрывается какое-либо число и какой-либо включенный диапазон, попадающий в конкретно раскрытый диапазон. В частности, каждый диапазон величин (в виде "примерно от а до b" или, эквивалентно, "приблизительно от а до b", или, эквивалентно, "примерно в пределах а-b"), раскрытый в настоящем документе, следует понимать как устанавливающий каждое число и диапазон, охватываемый более широким диапазоном значений.

Кроме того, термины в формуле изобретения имеют свое простое, обычное значение, если иное явно и четко не определено патентообладателем.

Кроме того, под использованной в формуле изобретения формой единственного числа следует понимать один или большее количество элементов.

Если в настоящем описании и одном или более патентов или других документов, которые могут быть включены в настоящий документ посредством ссылки, существует какое либо противоречие в использовании слова или термина, то должны быть приняты определения, согласующиеся с настоящим описанием.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ герметизации пустот в отверждаемой цементной оболочке, окружающей обсадную трубу подземного ствола скважины, или вблизи нее, причем способ включает этапы:

создания расширительного устройства с краевыми расширительными сегментами, которое выполнено с возможностью перемещения с расширительными сегментами в нерасширенной конфигурации вверх и вниз по обсадной трубе скважины;

перемещения нерасширенного расширительного устройства на выбранную глубину в обсадной трубе скважины;

расширения краевых расширительных сегментов на выбранной глубине, тем самым выдавливая расположенные по окружности углубления во внутренней поверхности выбранного участка обсадной трубы и расширяя наружную поверхность выбранного участка обсадной трубы в окружающую цементную оболочку, тем самым герметизируя полости.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что расширительное устройство последовательно приводят в нерасширенное состояние перед перемещением нерасширенного расширительного устройства вверх или вниз по стволу скважины.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что герметизация пустот сохраняется после приведения расширительного устройства в нерасширенное состояние.

4. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что пустоты содержат микроскопические кольцевые пространства в отверждаемой цементной оболочке и/или вблизи нее.

5. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что на этапе расширения расширительное устройство расположено, по существу, на постоянной глубине в стволе скважины и после расширения выбранного участка обсадной трубы нерасширенное расширительное устройство перемещают вверх или вниз по стволу скважины на другую глубину, на которой другой выбранный участок обсадной трубы расширяют для герметизации микроскопических кольцевых пространств и/или других пустот на указанной другой глубине.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что этапы расширения выбранного участка обсадной трубы и перемещения нерасширенного расширительного устройства вверх или вниз по стволу скважины на другую глубину, на которой расширяют другой выбранный участок обсадной трубы, повторяют несколько раз для герметизации микроскопических кольцевых пространств и/или других пустот на нескольких глубинах по длине ствола скважины.

7. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что дополнительно включает в себя

перемещение нерасширенного расширительного устройства на выбранную первую глубину в обсадной трубе скважины;

расширение краевых расширительных сегментов на первой выбранной глубине, тем самым выдавливая расположенные по окружности углубления во внутренней поверхности выбранного участка обсадной трубы и расширяя наружную поверхность выбранного участка обсадной трубы в окружающую цементную оболочку, в то же время удерживая расширительное устройство расположенным, по существу, на постоянной глубине, с последующим перемещением нерасширенного расширительного устройства на

выбранную вторую глубину в обсадной трубе скважины, которая не совпадает с первой выбранной глубиной;

повторение указанного этапа расширения на указанной второй выбранной глубине, с последующим перемещением нерасширенного расширительного устройства на одну или более выбранных промежуточных глубин в обсадной трубе скважины между указанной первой выбранной глубиной и указанной второй выбранной глубиной, и

повторение указанного этапа расширения на каждой из указанных выбранных промежуточных глубин.

8. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что расширительные сегменты имеют в продольном направлении, по существу, V-образный наружный контур и выполнены с возможностью расширения выбранного участка обсадной трубы таким образом, что он имеет кольцо из, по существу, V-образных углублений, разнесенных по окружности.

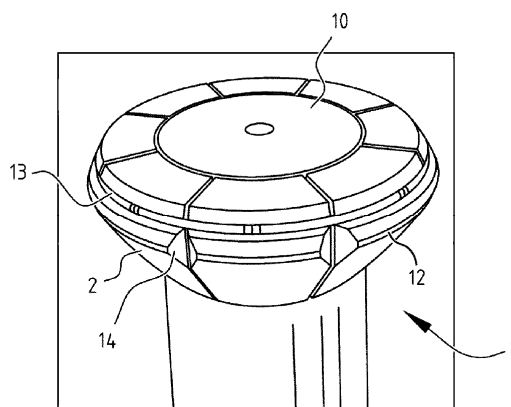
9. Способ по п.8, отличающийся тем, что расширительные сегменты имеют V-образные края с сегментированным кольцевым наружным контуром в направлении по окружности и выполнены с возможностью расширения выбранного участка обсадной трубы так, что углубления имеют в продольном направлении внутренний контур, по существу, V-образной формы, причем этот участок соединен с соседними нерасширенными, плавно изогнутыми наружу, вогнутыми, наполовину расширенными участками обсадной трубы.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что длина, по существу, V-образного края составляет менее 20 см.

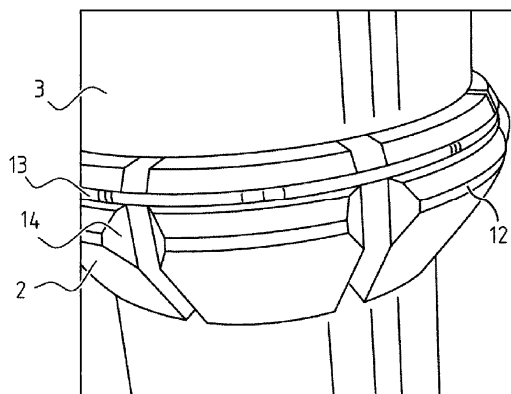
11. Способ по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что по меньшей мере часть наружной поверхности расширенного участка обсадной трубы и окружающей оболочки из отверждаемого цемента пластически деформируется в результате расширения.

12. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что расширительное устройство содержит узел гидравлического привода, который расширяет и сжимает расширительные сегменты в радиальном направлении.

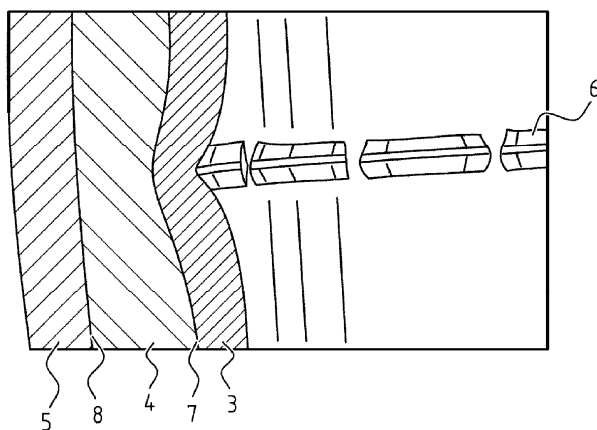
13. Способ по любому из предшествующих пунктов, отличающийся тем, что расширительное устройство подвешено к трубчатой колонне, талевому канату или электрической линии, по которой может транспортироваться электрическая энергия и/или сигналы между расширительным устройством и узлом управления на поверхности земли.



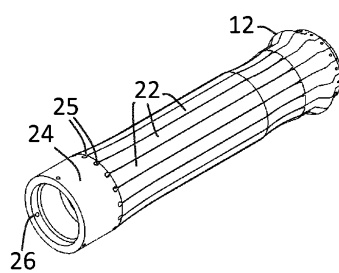
Фиг. 1



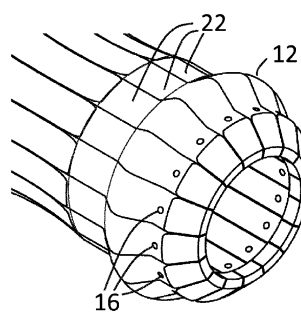
Фиг. 2



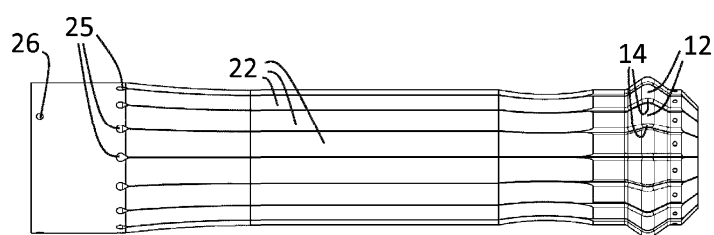
Фиг. 3



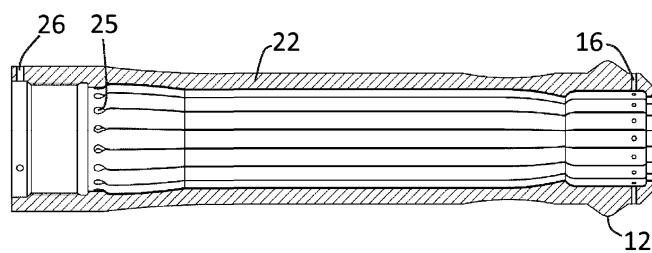
Фиг. 4



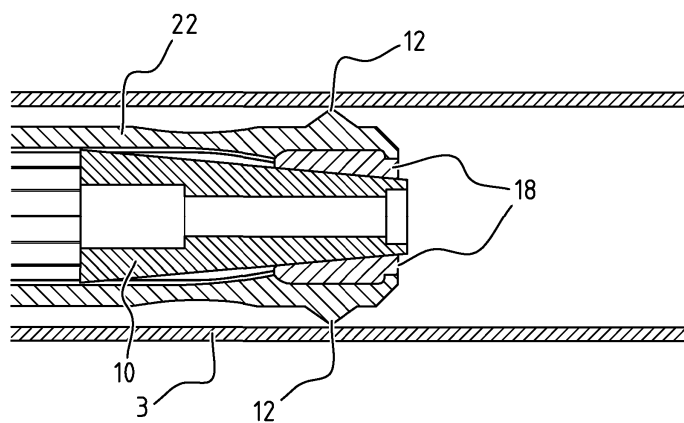
Фиг. 5



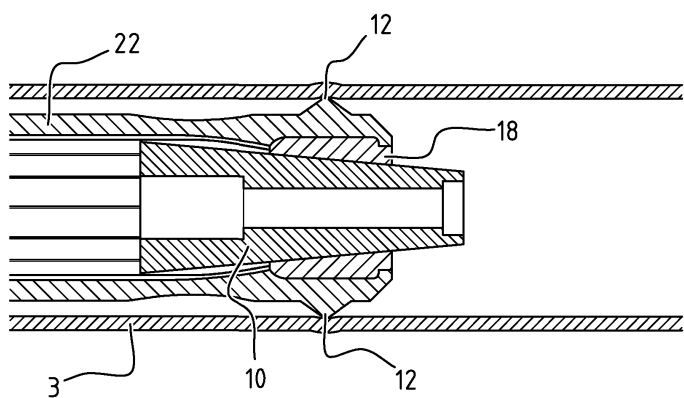
Фиг. 6a



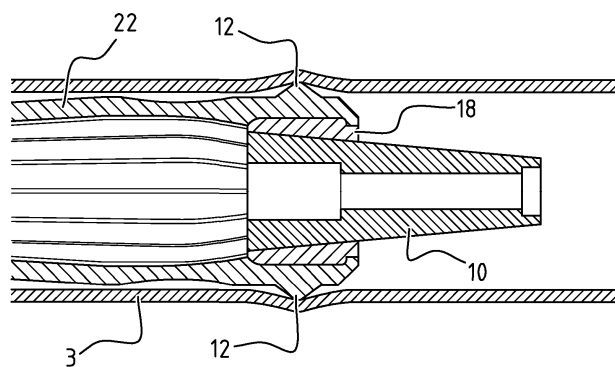
Фиг. 6b



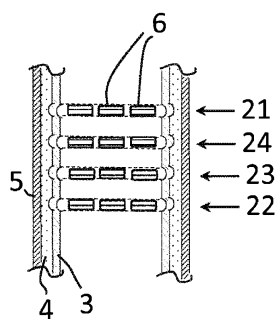
Фиг. 7А



Фиг. 7В



Фиг. 7С



Фиг. 8

