

Изобретение относится к способу формирования крепления в буровой скважине, образованной в подземной формации, при этом буровая скважина представляет собой, например, скважину для добычи нефти, газа или воды. Обычно при создании такой скважины в нее устанавливают определенное количество обсадных труб с тем, чтобы предотвратить обрушение стенки скважины, а также предотвратить нежелательный отток бурового раствора в формацию или приток жидкости из формации в буровую скважину. Бурение скважины осуществляют последовательными участками, при этом обсадная труба, которая должна быть установлена в нижнем участке скважины, опускается через ранее установленную обсадную трубу верхнего участка скважины. Вследствие этого процесса обсадная труба нижнего участка имеет меньший диаметр, чем обсадная труба верхнего участка. Поэтому обсадные трубы при установке располагают так, что их диаметр уменьшается в нижнем направлении. Между наружными поверхностями обсадных труб и стенкой буровой скважины создается цементное кольцо с тем, чтобы уплотнить обсадные трубы относительно стенки буровой скважины. Вследствие такого расположения верхняя часть скважины должна иметь относительно большой диаметр. Большой диаметр буровой скважины приводит к повышенным расходам из-за тяжелого оборудования, требуемого для манипулирования обсадными трубами, к большим буровым долотам, а также к повышенным объемам бурового раствора и породы, извлекаемой при бурении. Кроме того, из-за необходимости нагнетания цемента и его затвердевания на буровые работы расходуется увеличенное время.

В международной заявке на патент WO 93/25799 раскрыт способ обеспечения крепления части буровой скважины в подземной формации, при этом требуемый элемент в форме обсадной трубы устанавливают внутри части буровой скважины и расширяют его в радиальном направлении, используя расширительную оправку. Расширение крепления продолжается до тех пор, пока оно не войдет в соприкосновение со стенкой скважины и не обеспечит эластичную деформацию окружающей скальной породы. Как вариант, когда при бурении в стенке скважины происходит размыв либо приходится сталкиваться с хрупкими породами, в месте размыва или хрупких пород в кольцевое пространство вокруг крепления нагнетается цемент.

Хотя известный способ решает проблемы, возникающие при использовании обычных обсадных труб, посредством использования труб, у которых диаметр последовательно идущих обсадных труб уменьшается в нижнем направлении, остается необходимо в создании способа крепления буровой скважины, при котором требуется меньшая нагрузка для расширения

трубчатого элемента и достигается улучшенное уплотнение между креплением и окружающей земной формацией.

В заявке на патент WO 93/25800 раскрыто применение в буровой скважине вставки, которая снабжена отверстиями, перекрывающими друг друга в продольном направлении, и которая расширяется в скважине в радиальном направлении. Вставка служит в качестве фильтра при добыче углеводородной жидкости, текущей из окружающей земной формации через отверстия во вставке. Для этой вставки важно, чтобы между ее внутренней частью и окружающей земной формацией сохранялось соотнесение посредством жидкости, т.е. важно избежать образования уплотнения между вставкой и окружающей формацией. Это противоречит цели настоящего изобретения, задача которого состоит в создании улучшенного уплотнения между обсадной трубой и окружающей земной формацией. Другой задачей изобретения является разработка способа создания крепления, обладающего повышенной стойкостью к обрушению. Еще одна задача изобретения заключается в разработке способа создания крепления, который обеспечивает меньшую разность диаметров буровой скважины в ее верхнем и нижнем участках.

Поставленные задачи решаются в настоящем изобретении, благодаря которому разработан способ создания крепления буровой скважины в подземной формации, при этом способ содержит следующие стадии:

а) установку в буровую скважину трубчатой вставки, имеющей возможность расширения в скважине, причем вставка при ее радиальном расширении имеет большое количество отверстий, которые перекрывают друг друга в ее продольном направлении;

б) расширение вставки в буровой скважине в продольном направлении;

с) до или после стадии (б) введение в буровую скважину массы затвердеваемого текучего уплотняющего материала так, что уплотняющий материал заполняет отверстия и тем самым по существу закрывает эти отверстия, при этом уплотняющий материал выбирают таким образом, чтобы он затвердевал в отверстиях и тем самым увеличивал прочность вставки на сжатие.

Поэтому способ согласно изобретению обеспечивает возможность применения участков крепления, имеющих постоянный диаметр, с тем, чтобы можно было избежать устройства из последовательно устанавливаемых секций обсадных труб, что имеет место в случае обычных схем крепления. Способ согласно изобретению позволяет получить надежное уплотнение между вставкой и стенкой буровой скважины, при этом отверстия вставки обеспечивают возможность значительного радиального расширения вставки. После затвердевания уплотняюще-

го материала вставка с отверстиями, заполненными уплотняющим материалом, формирует непрерывную упрочненную обсадную трубу скважины. Вставка соответствующим образом изготавливается из стали и может быть выполнена, например, в форме соединяемых или наматываемых участков.

Кроме того, для расширения вставки требуется значительно меньшая сила, чем сила, требуемая для расширения сплошного крепления согласно известному способу.

Дополнительное преимущество способа согласно изобретению заключается в том, что вставка после ее расширения имеет больший конечный диаметр, чем диаметр применяемого расширительного инструмента. Разность между постоянным конечным диаметром и наибольшим диаметром расширительного инструмента называется постоянным избыточным расширением.

После радиального расширения вставки в буровую скважину надлежащим образом вводится масса уплотняющего материала.

Дополнительная прочность вставки достигается за счет обеспечения массы уплотняющего материала уплотняющими волокнами.

В том случае, если часть массы уплотняющего материала остается во внутренней части вставки, она надлежащим образом удаляется из внутренней части после расширения вставки, например, путем высверливания этой части массы уплотняющего материала после того, как уплотняющий материал затвердевает.

Вставка может расширяться в радиальном направлении до тех пор, пока она не войдет в соприкосновение со стенкой буровой скважины, либо, как вариант, пока будет оставаться кольцеобразное пространство между вставкой и стенкой скважины, при этом масса затвердеваемого текучего уплотняющего материала проходит в упомянутое кольцеобразное пространство.

Далее изобретение будет описано более подробно посредством примера со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

на фиг. 1 схематически представлено сечение в продольном направлении буровой скважины, имеющей незакрепленный участок, в котором должно быть выполнено крепление, включающее в себя вставку с отверстиями, расположенными с перекрытием друг друга в продольном направлении;

на фиг. 2 представлена часть фиг. 1 с расширенной частью вставки.

На фиг. 1 представлена нижняя часть буровой скважины 1, пробуренной в подземной формации 2. Буровая скважина 1 имеет закрепленный участок 5, в котором скважина 1 снабжена обсадной трубой 6, прикрепленной к стенке скважины 1 посредством слоя цемента 7, и незакрепленный участок 10.

Установленная в незакрепленном участке 10 скважины 1 стальная вставка 11 с перекры-

вающими друг друга в продольном направлении отверстиями опущена до заданного положения, в данном случае к концу обсадной трубы 6. Отверстия вставки выполнены в форме продольных прорезей 12, так что вставка 11 представляет собой вставку с прорезями 12, перекрывающимися друг друга в продольном направлении. Для ясности не все прорези 12 обозначены ссылочными номерами. Верхний конец вставки 11 с прорезями жестко прикреплен к нижнему концу обсадной трубы 6 посредством соответствующих соединительных средств (не показаны).

На следующей стадии затвердеваемый уплотняющий материал в виде цемента, перемещаемого с волокнами (не показаны) вводят во вставку 11 с прорезями. Цемент формирует в буровой скважине 1 цементную массу 13, при этом часть цемента протекает через прорези 12 вставки 11 и вокруг нижнего конца вставки 11 в кольцевое пространство 14 между вставкой 11 и стенкой буровой скважины 1, а другая часть цемента остается во внутренней части вставки 11.

После введения цемента в буровую скважину 1 расширяют имеющую прорези вставку 11 посредством использования расширительной оправки 15. Для этого вставку 11 с прорезями опускают к нижнему концу штанги 16 с опиранием на расширительную оправку 15. Для расширения вставки 11 расширительную оправку 15 перемещают вверх через вставку 11 посредством натяжения штанги 16. Расширительная оправка 15 выполнена с сужением в направлении, в котором эту оправку 15 перемещают через вставку 11 с прорезями, так что в этом случае расширительная оправка 15 представляет собой сужающуюся вверх расширительную оправку. Наибольший диаметр расширительной оправки 15 больше внутреннего диаметра вставки 11 с прорезями.

На фиг. 2 вставка 11 с прорезями представлена в частично расширенном виде, при этом расширена нижняя часть вставки. Элементы, совпадающие с элементами, показанными на фиг. 1, имеют те же номера ссылочных позиций. Прорези деформируются в отверстия, обозначенные ссылочным номером 12'. Когда расширительную оправку 15 перемещают через вставку 11, цемент, находящийся во внутренней части оправки 11, выдавливается расширительной оправкой 15 через прорези 12 в кольцевое пространство 14. К тому же, поскольку ввиду расширения вставки 11 кольцевое пространство 14 становится меньше, цемент выдавливается к стенке буровой скважины 1 и расширенная вставка 11 равномерно заделывается в цемент.

После того как вставка 11 с прорезями расширена в радиальном направлении на всю длину, обеспечивается возможность затвердевания цементной массы 13 так, что получают армированную сталью цементную обсадную трубу, при этом волокна придают обсадной трубе

дополнительную жесткость. Какая-то часть массы затвердевшего цемента 13, которая остается во внутренней части вставки 11, может быть удалена оттуда посредством опускания во вставку 11 буровой колонны (не показана) и высверливания этой части цементной массы 13. Полученная таким образом упрочненная сталью обсадная труба предотвращает обрушение скальной породы, окружающей буровую скважину 1, и препятствует разлому скальной породы из-за высокого давления в скважине, которое может иметь место в течение дальнейшего бурения (более глубокого) участков скважины. Еще одно преимущество усиленной сталью цементной обсадной трубы заключается в том, что стальная вставка защищает цемент от износа в течение упомянутого бурения последующих участков скважины.

Как вариант, вместо перемещения расширительной оправки вверх через вставку эта оправка может быть перемещена вниз через вставку при ее расширении. В другом альтернативном варианте осуществления конструкции применяют сжимаемую и расширяемую оправку. Вначале вставку опускают в буровую скважину, после чего фиксируют, а затем через вставку в сжатом виде опускают расширительную оправку. После этого расширительную оправку расширяют и затем тянут вверх с тем, чтобы расширить вставку.

Способ согласно изобретению может быть применен в вертикальном участке буровой скважины в ее наклонном участке либо в горизонтальном участке.

Вместо применения описанной выше конической расширительной оправки может быть применена расширительная оправка, снабженная роликами, при этом ролики могут катиться по внутренней поверхности вставки, когда вращают оправку, причем оправку одновременно вращают и перемещают через вставку в осевом направлении.

Еще в одном альтернативном варианте осуществления расширительная оправка представляет собой гидравлический расширительный инструмент, который раздувают в радиальном направлении при подводе к инструменту жидкости под заданным давлением, при этом стадия (b) способа согласно изобретению предусматривает создание в инструменте заданного давления.

Для образования массы уплотняющего материала может быть применен любой приемлемый затвердевающий уплотняющий материал, например цемент, такой, как обычно используемый портландский цемент или шлаковый цемент доменных печей, либо смола, например, эпоксидная смола. Кроме того, может быть использована любая приемлемая смола, которая отверждается при контакте с отверждающим агентом, например, посредством создания вставки внутри или снаружи с первым слоем из

смолы и вторым слоем из отверждающего агента, за счет чего при расширении вставки два слоя выдавливаются в отверстия вставки и перемешиваются друг с другом так, что отверждающий агент вызывает отверждение смолы.

Уплотняющий материал может быть введен в кольцевое пространство между вставкой и стенкой буровой скважины посредством циркуляции уплотняющего материала через вставку, вокруг нижнего конца вставки с отверстиями и захождения в кольцевое пространство. Как вариант, уплотняющий материал может циркулировать в обратном направлении, т.е. через кольцевое пространство, вокруг нижнего конца вставки и во вставку.

В приведенном выше описании вставка образована с большим количеством прорезей, при этом в течение радиального расширения вставки прорезь расширяется, образуя отверстие. Если требуется осуществлять нагнетание жидкости через вставку перед ее радиальным расширением до того, как происходит такое радиальное расширение, прорези могут быть заделаны, например, посредством полиуретанового заделывающего материала.

В альтернативном варианте осуществления создана конструкция вставки с большим количеством участков с уменьшенной толщиной стенки, при этом в процессе радиального расширения вставки каждый участок с уменьшенной толщиной стенки разрывается с тем, чтобы образовать одно из упомянутых отверстий. Например, каждый участок стенки с уменьшенной толщиной может быть выполнен в форме канавки, образованной в стенке вставки. Предпочтительно, чтобы каждая канавка проходила в продольном направлении вставки.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ формирования крепления в буровой скважине, образованной в подземной формации, содержащий следующие стадии:

a) установку в буровую скважину трубчатой вставки, приспособленной для расширения в буровой скважине в радиальном направлении, с образованием в результате радиального расширения множества отверстий, расположенных с перекрытием друг друга в продольном направлении вставки;

b) расширение вставки в буровой скважине в радиальном направлении;

c) до или после стадии расширения вставки в буровой скважине в радиальном направлении введение в скважину массы затвердеваемого текучего уплотняющего материала с обеспечением заполнения уплотняющим материалом упомянутых отверстий и последующим закрытием отверстий, причем выбирают уплотняющий материал, затвердевающий в отверстиях с обеспечением увеличения прочности вставки на сжатие.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что массу уплотняющего материала вводят в буровую скважину после расширения вставки в радиальном направлении.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что массу уплотняющего материала снабжают армирующими волокнами, обеспечивающими упрочнение уплотняющего материала после его затвердевания.

4. Способ по любому из пп.1-3, отличающийся тем, что в процессе заполнения отверстий обеспечивают прохождение части массы уплотняющего материала во внутреннюю часть вставки и последующее удаление этой части материала из упомянутой внутренней части вставки посредством вращения буровой колонны внутри расширенной вставки.

5. Способ по любому из пп.1-4, отличающийся тем, что вставку расширяют в радиальном направлении посредством использования расширительной оправки, наибольший диаметр которой больше внутреннего диаметра вставки после ее расширения, при этом оправку перемещают через вставку в осевом направлении.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что оправку катят с помощью имеющихся в ней роликов по внутренней поверхности вставки при вращении оправки во вставке, при этом оправку одновременно вращают и перемещают через вставку в осевом направлении.

7. Способ по п.5, отличающийся тем, что в качестве расширительной оправки используют гидравлический расширительный инструмент, который раздувают в радиальном направлении посредством подачи к инструменту жидкости с заданным давлением, с обеспечением тем самым расширения оправки в радиальном направлении.

8. Способ по любому из пп.1-7, отличающийся тем, что затвердеваемый уплотняющий материал выбирают из группы, содержащей цемент, портландский цемент, шлаковый цемент доменных печей, смолу, эпоксидную смолу и

смолу, отверждаемую при контакте с отверждающим агентом.

9. Способ по любому из пп.1-8, отличающийся тем, что используют вставку с большим количеством участков с уменьшенной толщиной стенки, разрываемых в процессе радиального расширения вставки с образованием на месте разрыва, по меньшей мере, одного отверстия.

10. Способ по п.9, отличающийся тем, что используют вставку, в которой каждый участок с уменьшенной толщиной стенки сформирован канавкой, образованной в стенке вставки.

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что используют вставку, в которой каждая канавка проходит в продольном направлении вставки.

12. Способ по любому из пп.1-8, отличающийся тем, что используют вставку, снабженную большим количеством прорезей, выполненных с возможностью увеличения в процессе радиального расширения вставки с образованием, по меньшей мере, одного из упомянутых отверстий.

13. Способ по п.12, отличающийся тем, что используют вставку, в которой упомянутые прорези проходят в продольном направлении вставки.

14. Способ по п.12 или 13, отличающийся тем, что перед радиальным расширением вставки прорези заделывают для обеспечения течения жидкости через вставку.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что прорези заделывают полиуретановым заделывающим материалом.

16. Способ по любому из пп.1-15, отличающийся тем, что после радиального расширения вставки в буровой скважине массу затвердеваемого текучего уплотняющего материала вводят в кольцевое пространство, образованное между вставкой и стенкой буровой скважины.

Евразийский патент действует на территории всех Договаривающихся государств, кроме АМ и МД.

