



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

*C09K 8/04* (2006.01)*C09K 8/52* (2006.01)*C08L 5/00* (2006.01)*C09K 8/60* (2006.01)*C09K 8/62* (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006113121/04, 09.09.2004

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.09.2004(30) Конвенционный приоритет:  
19.09.2003 US 10/665,310

(43) Дата публикации заявки: 27.10.2007

(45) Опубликовано: 20.07.2009 Бюл. № 20

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: EP 0559418 A, 08.09.1993. US 4633949 A,  
06.01.1987. US 5759964 A, 02.06.1998.  
CA 2323007 A, 08.04.2001. US 6194355 A,  
27.02.2001. RU 2123103 C1, 10.12.1998. RU  
2138632 C1, 27.09.1999. SU 1480413 A1,  
15.03.1994.(85) Дата перевода заявки РСТ на национальную  
фазу: 19.04.2006(86) Заявка РСТ:  
GB 2004/003842 (09.09.2004)(87) Публикация РСТ:  
WO 2005/028588 (31.03.2005)Адрес для переписки:  
129090, Москва, ул. Б.Спасская, 25, стр.3,  
ООО "Юридическая фирма Городисский и  
Партнеры", пат.пов. Е.Е.Назиной

(72) Автор(ы):

ФРОСТ Кейт А. (US),  
ТОДД Брэдли Л. (US),  
ПОЛС Ричард В. (US),  
РОББ Ян (US)

(73) Патентообладатель(и):

ХЭЛЛИБЕРТОН ЭНЕРДЖИ СЕРВИСИЗ,  
ИНК. (US)

RU 2 361 897 C2

## (54) СПОСОБЫ И КОМПОЗИЦИИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПОДЗЕМНЫХ УЧАСТКОВ

(57) Реферат:

Способ для разрушающей обработки, применяемый для проведения интенсифицирующей обработки подземного пласта, включает получение композиции вязкой жидкости на водной основе для обработки пласта, которая содержит воду, повышающий вязкость полимер и растворимую в воде композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, содержащую источник пероксида водорода, источник ионов двухвалентного железа и хелатообразующий агент, где повышающий вязкость полимер представляет собой полисахарид, источник пероксида водорода выбирают из группы, состоящей из

тетрагидрата пербората натрия и пероксида водорода, растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров имеет молярное отношение хелатообразующего агента к источнику ионов двухвалентного железа в диапазоне от 3:1 до 6:1 и pH в диапазоне от приблизительно 3 до приблизительно 7, введение композиции вязкой жидкости для обработки пласта в подземный участок через ствол скважины, проникающий в подземный участок, причем композиция для сильно замедленного разрушения полимеров разрушает композицию вязкой жидкости для обработки пласта с образованием разбавленной жидкости, имеющей низкую вязкость. 5 н. и 26 з.п. ф-лы, 4 табл.

RU 2 361 897 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

*C09K* 8/04 (2006.01)*C09K* 8/52 (2006.01)*C08L* 5/00 (2006.01)*C09K* 8/60 (2006.01)*C09K* 8/62 (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2006113121/04, 09.09.2004**(24) Effective date for property rights:  
**09.09.2004**(30) Priority:  
**19.09.2003 US 10/665,310**(43) Application published: **27.10.2007**(45) Date of publication: **20.07.2009 Bull. 20**(85) Commencement of national phase: **19.04.2006**(86) PCT application:  
**GB 2004/003842 (09.09.2004)**(87) PCT publication:  
**WO 2005/028588 (31.03.2005)**Mail address:  
**129090, Moskva, ul. B.Spaskaja, 25, str.3, OOO  
"Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery",  
pat.pov. E.E.Nazinoj**

(72) Inventor(s):

**FROST Kejt A. (US),  
TODD Brehdli L. (US),  
POLS Richard V. (US),  
ROBB Jan (US)**

(73) Proprietor(s):

**KhEhLLIBERTON EhNERDZhI SERVISIZ,  
INK. (US)****(54) METHODS AND COMPOSITIONS FOR TREATMENT OF UNDERGROUND SECTIONS**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: method for destructive treatment employed for intensified treatment of underground bed consists in preparing composition of viscous liquid on water base for treatment of bed; said composition contains water, polymer increasing viscosity and soluble in water composition for strongly retarded destruction of polymers containing source of hydrogen peroxide, source of ions of bivalent iron and chelating agent, wherein viscosity increasing polymer corresponds to polysaccharide; source of hydrogen peroxide is chosen from group consisting of tetra-hydrate of sodium perborate and hydrogen peroxide; soluble in water composition for

strongly retarded destruction of polymers has molar ratio of chelating agent to source of ions of bivalent iron within range of from 3:1 to 6:1 and pH within range of from approximately 3 to approximately 7; further method consists in introducing composition of viscous liquid for bed treatment into underground section via borehole of well penetrating into underground section; also composition for strongly retarded destruction of polymer destroys composition of viscous liquid for bed treatment creating diluted liquid with low viscosity.

EFFECT: increased efficiency of underground bed treatment.

31 cl, 4 tbl

Уровень техники

Настоящее изобретение относится к способам и композициям для обработки подземных участков в пластах, в которые проникает ствол скважины, с использованием средств для замедленного разрушения полимера.

5 Жидкости для обработки пласта, содержащие средства для разрушения полимеров, применяют при проведении различных операций и при обработке нефтяных и газовых скважин. Пример заканчивания скважины, при котором используют средство для разрушения полимеров в высоковязкой жидкости, известен из области техники как гравийная набивка. При гравийной набивке твердые частицы балластировочного  
10 гравия, такие как песок, перемещаются по стволу скважины к подземному участку, где должна быть помещена гравийная набивка, с помощью вязкой гелеобразной жидкости-носителя. Иными словами, частицы твердого вещества (которые в данной области техники называют гравием) суспендируют в высоковязкой жидкости-носителе на поверхности и направляют к подземному участку, где должна быть помещена  
15 гравийная набивка. Как только гравий размещен в указанном участке, вязкую жидкость-носитель разрушают (снижают ее вязкость) и извлекают (возвращают на поверхность) путем включения в жидкость-носитель средства для замедленного разрушения полимеров, т.е. средства, снижающего вязкость жидкости. Полученная гравийная набивка играет роль фильтра, формируемого с целью отделения твердых  
20 горных пород от выработанных жидкостей, который позволяет выработанным жидкостям проникать в ствол скважины и перемещаться по стволу скважины.

При проведении процесса гравийной набивки в случае необсаженных стволов скважин может использоваться невязкая жидкость-носитель, содержащая средство для разрушения полимеров, которое разрушает применяющуюся для вскрытия  
25 продуктивного пласта жидкую фильтрационную корку, оставшуюся на стенках необсаженного ствола скважины после бурения скважины. Кроме того, вязкость жидкости-носителя, используемого для гравийной набивки в случае необсаженного ствола скважины, может быть увеличена. В этом случае замедленное разрушающее средство, находящееся в жидкости-носителе, разрушает жидкость-носитель и  
30 фильтрационную корку таким образом, что жидкость-носитель и фильтрационную корку можно затем извлечь из подземного участка.

Процедуры по заканчиванию скважины, в которых применяют средства для разрушения полимеров, могут быть улучшены, если средства для разрушения полимеров будут оказывать замедленное действие на вязкость используемой для  
35 обработки пласта жидкости или на разрушение фильтрационной корки. Например, при проведении указанных операций используют разрушающие композиции, включающие персульфат натрия и гипохлорит лития, которые в общем случае позволяют замедлить разрушение в интервале времени от 0 до 2 час. Однако недавно было показано, что еще большие улучшения и дальнейшее упрощение процесса  
40 заканчивания скважины могут быть достигнуты в том случае, если еще больше отсрочить разрушение вязкости жидкости-носителя или нарушение целостности фильтрационной корки. В этом смысле и по тексту настоящего описания термин “сильное замедляющее действие”, который используют в связи с разрушением вязкости жидкости-носителя или нарушением целостности фильтрационной корки,  
45 означает замедление разрушения более чем на 3 час.

Было обнаружено, что при температурах в скважине, превышающих 150°F, гидропероксид трет-бутила играет роль средства, которое оказывает сильное замедляющее действие. Однако было показано, что если температура в скважине составляет ниже 150°F, то трудно добиться существенно увеличенного, регулируемого  
50 времени разрушения биополимерных компонентов вязких жидкостей или фильтрационной корки, таких как ксантановая камедь или сукциногликановая камедь. Попытки получить существенно увеличенное, регулируемое время разрушения полимера путем снижения концентрации средства для разрушения приводят к

неполному разрушению полимера и могут ухудшать проницаемость продуктивного слоя.

Таким образом, сохраняется потребность в системах разрушающих средств для используемой для обработки пласта жидкости, которые могут обеспечить регулируемое, существенно замедленное разрушение загущенных биополимерами жидкостей, применяемых для обработки скважин, и фильтрационных корок при температурах в интервале от 80 до 150°F.

#### Подробное описание изобретения

Способы и композиции по настоящему изобретению обеспечивают средства для обработки подземных участков с использованием жидкостей на водной основе, которые содержат водорастворимые средства для замедленного разрушения полимеров. В соответствии с одним из способов осуществления настоящего изобретения готовят композицию используемой для обработки пласта вязкой жидкости на водной основе, которая содержит воду, повышающий вязкость полимер и композицию для замедленного разрушения полимеров, которая представляет собой смесь источника пероксида водорода, источника ионов двухвалентного железа и хелатообразующего агента. Композицию используемой для обработки пласта вязкой жидкости вводят в подземный участок через ствол скважины, проникающий в указанный участок, и средству для замедленного разрушения полимеров дают возможность разрушить используемую для обработки пласта вязкую жидкость с образованием разбавленной жидкости, которая имеет меньшую вязкость. После этого используемую для обработки пласта жидкость извлекают из подземного участка.

В соответствии с другим способом осуществления настоящего изобретения готовят композицию используемой для обработки пласта невязкой жидкости на водной основе, которая содержит воду и композицию для замедленного разрушения полимеров, которая представляет собой смесь источника пероксида водорода, источника ионов двухвалентного железа и хелатообразующего агента. Композицию используемой для обработки пласта жидкости вводят в подземный участок через проникающий в указанный участок необсаженный ствол скважины, на стенках которого имеется фильтрационная корка. Затем средству для замедленного разрушения полимеров дают возможность разрушить фильтрационную корку. После этого используемую для обработки пласта жидкость и разрушенный фильтр извлекают из подземного участка.

Наконец, в соответствии с другим способом осуществления настоящего изобретения готовят композицию используемой для обработки пласта вязкой жидкости на водной основе, которая содержит воду, повышающий вязкость полимер и средство для замедленного разрушения полимеров, которое представляет собой смесь источника пероксида водорода, источника ионов двухвалентного железа и хелатообразующего агента. Композицию используемой для обработки пласта вязкой жидкости вводят в подземный участок через проникающий в указанный участок необсаженный ствол скважины, на стенках которого имеется фильтрационная корка. Затем средству для замедленного разрушения полимеров в используемой для обработки пласта вязкой жидкости дают возможность разрушить используемую для обработки пласта вязкую жидкость и фильтрационную корку. После этого разрушенную жидкость, используемую для обработки пласта, и разрушенный фильтр извлекают из подземного участка.

Композиция используемой для обработки пласта жидкости на водной основе по настоящему изобретению включает воду и средство для замедленного разрушения полимеров, которое представляет собой смесь источника пероксида водорода, источника ионов двухвалентного железа и хелатообразующего агента. В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения композиция используемой для обработки пласта жидкости включает повышающий вязкость полимер.

Композиции используемых для обработки пласта жидкостей на водной основе по настоящему изобретению можно использовать для получения гравийной набивки или для проведения других операций по заканчиванию скважины, интенсифицирующей обработке и переработке. При заполнении скважинного фильтра и при проведении  
5 других обработок подземных участков часто используют композиции жидкостей для обработки пласта на водной основе. В некоторых применениях композиции используемых для обработки пласта жидкостей должны обладать высокой вязкостью, которая обеспечивается за счет использования повышающих вязкость полимеров. Для того чтобы извлечь из подземного участка подобные вязкие композиции  
10 используемых для обработки пласта жидкостей, в состав жидкостей включают средства для замедленного разрушения полимеров. В других случаях композиции используемой для обработки жидкости на водной основе вводят в ствол скважины, на стенках которого образуется применяющаяся для вскрытия продуктивного пласта жидкая фильтрационная корка, и, по меньшей мере, одна из функций используемой  
15 для обработки пласта жидкости на водной основе, содержащей средство для разрушения полимеров, которое оказывает сильное замедляющее действие, заключается в том, чтобы разрушить фильтрационную корку.

Систему средства для замедленного разрушения полимеров, свойства которой можно регулировать в необходимых пределах, получают путем приготовления  
20 композиции, которая содержит источник пероксида водорода, источник ионов двухвалентного железа и хелатообразующий агент, способный образовывать хелатное соединение с железом. Указанная многокомпонентная композиция разрушающего средства обеспечивает дополнительные возможности для осуществления регулирования за счет изменения концентрации и относительных соотношений  
25 различных компонентов.

В общем случае, для разрушения полимера, такого как ксантановая камедь, необходимо вызвать определенное количество разрывов в цепи полимера или боковых ответвлениях полимера с тем, чтобы разрушить полимер и вызвать  
требуемое снижение вязкости жидкости. Следовательно, концентрацию окислителя,  
30 необходимого для того, чтобы разрушить ксантановую камедь в растворе ксантановой камеди, можно определить по количеству ксантановой камеди в растворе. Иными словами, количество молекул окислителя определяется количеством разрывов в цепи полимера, необходимых для обеспечения требуемого снижения вязкости жидкости.

Для того чтобы добиться существенно замедленного разрушения полимера, или для того, чтобы снизить скорость разрушения полимера при использовании сильного окислителя, требуется снизить концентрацию окислителя. Однако существует предельное значение для степени снижения концентрации окислителя, поскольку, как  
указано выше, для обеспечения требуемого снижения вязкости жидкости необходимо  
40 осуществить определенное количество разрывов в цепи полимера. Таким образом, для того чтобы получить систему средства для разрушения полимеров, оказывающего сильное замедляющее действие, требуется механизм регулирования, отличный от изменения одной лишь концентрации окислителя. Подобное регулирование осуществляют с использованием системы активации композиций по настоящему  
45 изобретению. В соответствии с настоящим изобретением в композициях для замедленного разрушения полимеров существенное замедление в скорости разрушения полимера достигается не за счет лишь снижения количества окислителя, а за счет изменения концентраций компонентов активатора.

Следует понимать, что если сильный окислитель добавляют к вязкому гелю, то  
50 сильный окислитель довольно быстро снижает вязкость геля и не обеспечивает значительного замедления разрушения геля. Напротив, в соответствии с настоящим изобретением в композициях для сильно замедленного разрушения полимеров используют слабый окислитель (пероксид водорода при рассмотренных

температурах), который сам по себе не способен разрушить ксантановую камедь, и пероксид водорода под действием катализатора медленно превращается в сильный окислитель. В соответствии с настоящим изобретением в композициях для замедленного разрушения полимеров источник ионов двухвалентного железа в комбинации с пероксидом водорода генерирует гидроксильный радикал, который является сильным окислителем. Ион двухвалентного железа не расходуется в указанной реакции (а пероксид водорода расходуется), так что концентрация ионов двухвалентного железа определяет скорость генерирования гидроксильных радикалов. Однако в указанной системе при нейтральном значении рН из раствора в виде гидроксида железа осаждаются ионы трехвалентного железа. Чтобы предотвратить указанное осаждение ионов железа, добавляют цитратный анион, который образует комплекс с ионом двухвалентного железа. Однако цитрат проявляет тенденцию препятствовать образованию гидроксильного радикала. Таким образом, чем больше цитрата добавляют, тем большее мешающее воздействие он оказывает и тем медленнее генерируется сильный окислитель. Следовательно, ион двухвалентного железа и цитратный анион образуют систему активатора для композиций для сильно замедленного разрушения полимеров в соответствии с настоящим изобретением.

Вода, которая применяется в жидкостях, используемых для обработки пласта, может быть пресной водой или соленой водой. Термин "соленая вода" в настоящем описании означает ненасыщенные солевые растворы и насыщенные солевые растворы, включая рассолы и морскую воду. В общем случае, соль добавляют в воду с целью повысить прочность глины и увеличить плотность жидкости на водной основе. Примеры солей, которые могут использоваться, включают, но этим не ограничиваясь, хлорид натрия, бромид натрия, хлорид кальция, хлорид калия, хлорид аммония и их смеси. Используемая соль или используемые соли могут присутствовать в соленой воде в концентрации вплоть до приблизительно 66 мас.%, а соленая вода может иметь плотность вплоть до приблизительно 15,5 фунтов на галлон. Вода может включать любые другие обычные добавки, такие как расклинивающие наполнители, средства регулирования величины рН, бактерициды, стабилизаторы глины, поверхностно-активные вещества и т.п., которые не оказывают вредного воздействия на другие компоненты загущенных водных жидкостей, применяемых для обработки скважин, что могло бы затруднить проведение требуемой обработки подземного пласта.

В том случае, когда для обработки пласта применяют композицию вязкой жидкости, в соответствии с настоящим изобретением в композицию используемой для обработки пласта жидкости могут входить различные повышающие вязкость полимеры. Предпочтительную группу повышающих вязкость полимеров составляют биополимеры, такие как ксантановая камедь и сукциногликановая камедь.

Указанные биополимеры предпочтительно присутствуют в композициях вязкой жидкости в количестве в диапазоне от приблизительно 0,25% до приблизительно 1,5% мас. по отношению к количеству воды в композициях.

Предпочтительная композиция средства для замедленного разрушения полимеров в соответствии с настоящим изобретением эффективна для разрушения загущенных водных жидкостей, применяемых для обработки скважин при температурах окружающей среды и при величинах рН, больших, чем от 3,0 до 4,0, предпочтительно при величине рН 7,0. Композиция средства для замедленного разрушения полимеров содержит смесь ионов двухвалентного железа и пероксида водорода, которая ускоряет окисление органических соединений за счет генерирования гидроксильного радикала из пероксида водорода. Получение гидроксильного радикала, который является сильным окислителем, катализируется в присутствии ионов двухвалентного железа.

Источником ионов двухвалентного железа в предпочтительной композиции средства для замедленного разрушения полимеров может быть одно из соединений двухвалентного железа, таких как гептагидрат сульфата железа (II) ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ),

хлорид железа (II) ( $\text{FeCl}_2$ ) и глюконат железа (II). Однако следует понимать, что могут применяться и другие источники ионов двухвалентного железа.

Кроме того, источником пероксида водорода в предпочтительной композиции средства для замедленного разрушения полимеров является тетрагидрат пербората натрия ( $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) или концентрированный раствор пероксида водорода ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

Предпочтительная композиция средства для замедленного разрушения полимеров предпочтительно включает также хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ), который повышает скорость окисления органических соединений под действием гидроксильного радикала.

В общем случае, когда величина рН композиций, которые включают источник ионов двухвалентного железа и источник пероксида водорода, достигает значения больше чем в интервале от 3,0 до 4,0, ионы трехвалентного железа, находящиеся в равновесии с ионами двухвалентного железа, осаждаются вместе с гидроксильными ионами в виде гидроксида трехвалентного железа. Осаждение гидроксида трехвалентного железа из композиции для сильно замедленного разрушения полимеров в соответствии с настоящим изобретением является нежелательным, и его предпочтительно избегают. Осаждение указанных соединений железа из раствора преимущественно предотвращают или замедляют путем добавления в композицию для сильно замедленного разрушения полимеров хелатообразующего агента, который образует комплекс с ионами трехвалентного железа и, таким образом, предотвращает или замедляет указанное осаждение. Хелатообразующий агент преимущественно сохраняет ионы трехвалентного железа в растворе и при этом не оказывает чрезмерного воздействия на окислительно-восстановительную активность  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$  при образовании гидроксильных радикалов. Предпочтительные хелатообразующие агенты, которые сохраняют ионы трехвалентного железа в растворе и не оказывают чрезмерного воздействия на окислительно-восстановительную активность, включают, но этим не ограничиваясь, лимонную кислоту, цитрат натрия и иминодиуксусную кислоту. Композиция средства для сильно замедленного разрушения полимеров предпочтительно включает молярный избыток хелатообразующего агента по отношению к ионам двухвалентного железа с тем, чтобы избежать осаждения гидроксида трехвалентного железа, и указанное отношение может использоваться как один из механизмов регулирования скорости разрушения полимера. Композиция средства для сильно замедленного разрушения полимеров наиболее предпочтительно включает отношение хелатообразующего агента к ионам двухвалентного железа в диапазоне от 3:1 до 6:1.

В соответствии с настоящим изобретением отношение хелатообразующего агента к ионам двухвалентного железа в композиции для сильно замедленного разрушения полимеров может применяться для варьирования времени разрушения загущенных жидкостей на водной основе, применяемых для обработки скважин. Кроме того, варьирование концентрации источника пероксида водорода, хелатообразующего агента и ионов двухвалентного железа обеспечивает процессу высокую гибкость и позволяет регулировать время разрушения загущенных жидкостей на водной основе, применяемых для обработки скважин.

При практическом использовании настоящего изобретения композицию для сильно замедленного разрушения полимеров можно вводить вместе с жидкостью, применяемой для гравийной набивки, или же, если композицию добавляют в жидкость-носитель, ее можно вводить в подземный пласт до инъецирования, одновременно с инъецированием или после инъецирования жидкости, применяемой для заполнения скважинного фильтра гравием. В общем случае композицию для сильно замедленного разрушения полимеров смешивают с жидкостью-носителем.

Используемое количество композиции для сильно замедленного разрушения полимеров соответствует такому количеству, которое необходимо для снижения вязкости загущенных жидкостей на водной основе, применяемых для обработки

скважины при статической температуре в диапазоне от приблизительно 80°F до приблизительно 150°F, до заданной низкой величины вязкости или до полного разрушения вязкости. Оптимальное или эффективное количество композиции для сильно замедленного разрушения полимеров, которое используют в соответствии с настоящим изобретением, зависит от таких факторов, как конкретный гелеобразующий агент и его концентрация, температура пласта и другие факторы. Однако обычно композицию средства для сильно замедленного разрушения полимеров применяют в диапазоне концентраций от приблизительно 0,01 до приблизительно 500 фунтов на 1000 галлонов загущенных жидкостей на водной основе, применяемых для обработки скважин.

В вязкие жидкости на водной основе, применяемые для обработки пласта, могут включаться суспендированные твердые частицы, такие как гравий, используемый для гравийной набивки. Частицы гравия суспендируют в вязкой жидкости на водной основе, применяемой для обработки пласта, и они осаждаются в подземном участке после разрушения вязкой жидкости на водной основе, применяемой для обработки пласта. Примеры пригодных к использованию частиц твердых веществ включают, но этим не ограничиваясь, фракционированный песок, бокситы, керамические материалы, стеклянные материалы, ореховую скорлупу, полимерные шарики и т.п. Из различных частиц твердых веществ, которые могут использоваться, обычно предпочтительным является фракционированный песок.

Предпочтительный способ обработки подземного участка в соответствии с настоящим изобретением включает следующие стадии: (а) получение композиции вязкой жидкости на водной основе для обработки пласта, которая содержит воду, повышающий вязкость полимер и растворимую в воде композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, которая содержит источник пероксида водорода, источник ионов двухвалентного железа и хелатообразующий агент; (b) введение композиции вязкой жидкости для обработки пласта в подземный участок; и (с) предоставление возможности композиции для сильно замедленного разрушения полимеров разрушить композицию вязкой жидкости для обработки пласта с образованием разбавленной жидкости, имеющей низкую вязкость, таким образом, чтобы ее можно было извлечь из подземного участка.

Другой предпочтительный способ обработки подземного участка включает следующие стадии: (а) получение композиции невязкой жидкости на водной основе для обработки пласта, которая содержит воду и растворимую в воде композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, которая содержит источник пероксида водорода, соединение двухвалентного железа и хелатообразующий агент; (b) введение композиции невязкой жидкости для обработки пласта в подземный участок через необсаженный ствол скважины, проникающий в указанный подземный участок, при этом на стенках ствола скважины имеется фильтрационная корка; и (с) предоставление возможности композиции для сильно замедленного разрушения полимеров разрушить фильтрационную корку таким образом, чтобы жидкость для обработки пласта и разрушенную фильтрационную корку можно было извлечь из подземного участка.

Наконец, еще один предпочтительный способ обработки подземного участка включают следующие стадии: (а) получение композиции вязкой жидкости на водной основе для обработки пласта, которая содержит воду, повышающий вязкость полимер и растворимую в воде композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, которая представляет собой смесь источника пероксида водорода, соединения двухвалентного железа и хелатообразующего агента; (b) введение композиции вязкой жидкости для обработки пласта в подземный участок через проникающий в указанный подземный участок необсаженный ствол скважины, на стенках которого имеется фильтрационная корка; и (с) предоставление возможности композиции для сильно замедленного разрушения полимеров в вязкой жидкости для обработки пласта



разрушить вязкую жидкость для обработки пласта и фильтрационную корку таким образом, чтобы разрушенную жидкость для обработки пласта и разрушенную фильтрационную корку можно было извлечь из подземного участка.

5 В соответствии с настоящим изобретением предпочтительная водорастворимая композиция жидкости на водной основе для обработки пласта включает воду и композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, которая представляет собой смесь источника пероксида водорода, соединения двухвалентного железа и хелатообразующего агента.

10 Другая предпочтительная водорастворимая композиция жидкости на водной основе для обработки пласта включает воду, повышающий вязкость полимер и композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, которая представляет собой смесь источника пероксида водорода, соединения двухвалентного железа и хелатообразующего агента.

15 С целью дальнейшего пояснения способов по настоящему изобретению приводятся следующие примеры.

#### ПРИМЕР 1

20 Чтобы обеспечить гидратацию полимера, растворы ксантановой камеди в воде получают при нагревании до 85°C, а затем охлаждают до комнатной температуры. Известные количества указанных растворов затем смешивают с разрушающей композицией, которая содержит различные количества растворов Fe<sup>2+</sup>/цитрат и пероксида водорода, как указано в Таблице 1. Все растворы содержат 0,05% ксантановой камеди, а их рН составляет от 4 до 5. Пероксид водорода получают разбавлением 3%-ного раствора.

25

Раствор	Концентрация ионов двухвалентного железа, мол/л	Концентрация цитрата, мол/л	Пероксид водорода, % вес./об.
A	5,2·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-3</sup>	0,075
B	1,7·10 <sup>-4</sup>	3,2·10 <sup>-4</sup>	0,075
30 C	1,7·10 <sup>-4</sup>	3,2·10 <sup>-4</sup>	0,225
D	1,7·10 <sup>-4</sup>	3,2·10 <sup>-4</sup>	0,75
E	5,2·10 <sup>-4</sup>	1·10 <sup>-3</sup>	0,75

35 Смеси растворов ксантановой камеди и разрушающих композиций затем помещают в стандартный вискозиметр Уббелодде, позволяющий проводить разбавление. Вязкость смесей определяется по ксантановой камеди. Время истечения при избытке растворителя (воды) является прямой мерой молекулярной массы ксантановой камеди, так что уменьшение значений времени истечения является мерой разрушения ксантановой камеди. Значения времени истечения, приведенные в Таблице 2, измеряют не позднее чем через 5 мин после смешивания и до тех пор, пока их значение не приблизится к времени истечения растворителя. Время истечения растворителя (воды) составляет 20,5 сек. Данные, приведенные в Таблице 2, которые измеряют при комнатной температуре, т.е. приблизительно при 72°F, ясно показывают, что ксантановая камедь разрушается при комнатной температуре в 45 присутствии разрушающей композиции, которая включает растворы Fe<sup>2+</sup>/цитрат и пероксид водорода.

50

Раствор А		Раствор В		Раствор С		Раствор D		Раствор Е	
Время реакции (мин)	Время истечения (сек)	Время реакции (мин)	Время истечения (сек)	Время реакции (мин)	Время истечения (сек)	Время реакции (мин)	Время истечения (сек)	Время реакции (мин)	Время истечения (сек)
10	60	10	53,5	10	55	10	51,9	10	60
40	48,3	30	49,6	30	51,4	30	48,5	20	51,2
80	36,7	60	47	60	48,7	60	43	30	42

100	32	90	45	90	45	90	36,4	40	34,2
		110	43,5	120	42	120	31,3	60	27,7
						160	28,1	70	26,2

Оказывается, что при использованных концентрациях скорость разрушения ксантановой камеди является функцией относительных концентраций  $Fe^{2+}$ /цитрат.

#### ПРИМЕР 2

Следующий стандартный буровой раствор на основе ксантановой камеди, который готовят для оценки эффективности различных композиций разрушающей композиции, приведен в Таблице 3.

Компонент	Количество
Водопроводная вода	332 мл
Хлорид калия (KCl)	10,5 г
Ксантановая камедь	0,85 г
Крахмал	7,4 г
CaCO <sub>3</sub> со средним диаметром частиц 5 мкм	10 г
CaCO <sub>3</sub> со средним диаметром частиц 25 мкм	25 г
Буфер из оксида магния	0,18 г

Буровые растворы получают, добавляя водопроводную воду в чашу для смешивания смесителя Hamilton Beach и помещая чашу в смеситель, для которого задают высокую сдвиговую скорость (18000 об/мин). Затем в водопроводную воду добавляют KCl. После этого медленно добавляют ксантан и крахмал и оставляют перемешиваться при высокой скорости в течение 15 мин. Далее в указанном выше порядке добавляют другие компоненты (карбонат кальция и оксид магния). По окончании добавления буровой раствор помещают в герметичный сосуд, который на 16 час устанавливают на валковую печь (Fann Model 701) с температурой 150°F. После указанного горячего вальцевания буровые растворы готовы к использованию, как указано ниже, в качестве тестового субстрата.

Готовят различные разрушающие композиции в соответствии с составами, приведенными в Таблице 4.

Компонент	Количество	Количество	Количество
Водопроводная вода	330 мл	500 мл	500 мл
Тетрагидрат пербората натрия	3,96 г	6,00 г	6,00 г
Лимонная кислота	1,23 г	1,86 г	0,94 г
Хлорид натрия (NaCl)	0,6 г	1,00 г	1,00 г
Гептагидрат сульфата железа	0,59 г	0,45 г	0,45 г
Лимонная кислота:сульфат железа (молярное отношение)	3:1	6:1	3:1
Время разрушения	5-5,5 час	5 час	4,5 час

Тетрагидрат пербората натрия, лимонная кислота, хлорид натрия и гептагидрат сульфата железа коммерчески доступны от компании Sigma-Aldrich, Inc.

Разрушающие композиции готовят следующим образом: в подходящий химический стакан добавляют водопроводную воду, помещают в стакан якорь магнитной мешалки и устанавливают стакан на магнитную мешалку. В стакан в указанном порядке добавляют тетрагидрат пербората натрия, лимонную кислоту, хлорид натрия. После полного растворения компонентов в стакан опускают измерительный электрод рН-метра. Величину рН композиции регулируют, медленно добавляя 25%-ный раствор гидроксида натрия до тех пор, пока рН композиции не достигнет значения 7. Затем с целью завершения приготовления разрушающей композиции добавляют гептагидрат сульфата железа. Молярные отношения лимонной кислоты к иону двухвалентного железа в разрушающей композиции в указанных примерах

составляют 3:1 и 6:1, как указано в Таблице 4.

Приблизительно 300 мл буровой жидкости вносят в систему динамической фильтрации Fann Model 90B, которая работает при температуре 150°F, при давлении в системе 800 фунтов на квадратный дюйм и дифференциальном давлении 500 фунтов на квадратный дюйм через фильтрующий слой 35 мкм. Fann Model 90B представляет собой динамическую фильтрующую систему для исследования способности буровых жидкостей образовывать фильтрационную корку. Установку программируют таким образом, чтобы получить значения давления в системе, дифференциального давления, температуры и сдвиговой скорости, необходимые для образования фильтрационной корки. Затем буровой раствор удаляют из машины, а фильтрационную корку оставляют на фильтрующем слое. Далее в установку помещают раствор разрушающего средства и установку программируют таким образом, чтобы можно было регулировать скорость просачивания через фильтрационную корку при температуре 150°F, при давлении в системе 800 фунтов на квадратный дюйм и дифференциальном давлении 50 фунтов на квадратный дюйм. Увеличение скорости просачивания является индикатором разрушения фильтрационной корки. Точка, в которой регистрируют повышение скорости просачивания, указана в Таблице 4 как “Время разрушения”. Подробное описание применения Fann Model 90B для проведения указанного тестирования приведено в документе SPE (Общество профессиональных инженеров) Paper No. 68968, озаглавленном “Laboratory Device for Testing of Delayed-Breaker Solutions on Horizontal Wellbore Filter Cakes”, который целиком включен в настоящее описание.

Несмотря на то что выше подробно описано лишь несколько примеров осуществления настоящего изобретения, для специалистов должно быть понятно, что возможны другие многочисленные модификации в вариантах осуществления настоящего изобретения, приведенных в качестве примеров, которые несущественно отступают от новых данных и преимуществ, приведенных в настоящем описании. Таким образом, следует понимать, что все подобные модификации входят в объем приведенной ниже формулы изобретения.

30

#### Формула изобретения

1. Способ обработки подземного участка, включающий получение композиции вязкой жидкости на водной основе для обработки пласта, которая содержит воду, повышающий вязкость полимер и растворимую в воде композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, содержащую источник пероксида водорода, источник ионов двухвалентного железа и хелатообразующий агент, где повышающий вязкость полимер представляет собой полисахарид, источник пероксида водорода выбирают из группы, состоящей из терагидрата пербората натрия и пероксида водорода, растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров имеет молярное отношение хелатообразующего агента к источнику ионов двухвалентного железа в диапазоне от 3:1 до 6:1 и рН в диапазоне от приблизительно 3 до приблизительно 7,

введение композиции вязкой жидкости для обработки пласта в подземный участок через ствол скважины, проникающий в подземный участок, причем композиция для сильно замедленного разрушения полимеров разрушает композицию вязкой жидкости для обработки пласта с образованием разбавленной жидкости, имеющей низкую вязкость.

2. Способ по п.1, где источник ионов двухвалентного железа выбирают из группы, состоящей из гептагидрата сульфата железа (II), хлорида железа (II) и глюконата железа (II).

3. Способ по п.1, где хелатообразующий агент выбирают из группы, состоящей из лимонной кислоты, цитрата натрия и иминодиуксусной кислоты.

4. Способ по п.1, где растворимая в воде композиция для сильно замедленного

разрушения полимеров дополнительно содержит хлорид натрия.

5. Способ по п.1, где повышающий вязкость полимер представляет собой полисахарид, выбранный из группы, состоящей из биополимеров и модифицированных камедей или целлюлозы и ее производных.

6. Способ по п.5, где повышающий вязкость полимер представляет собой ксантановую камедь.

7. Способ по п.1, где температура подземного участка составляет в диапазоне от приблизительно 80°F до приблизительно 150°F.

8. Способ обработки подземного участка, включающий получение композиции невязкой жидкости на водной основе для обработки пласта, которая содержит воду и растворимую в воде композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, которая содержит источник пероксида водорода, источник соединения двухвалентного железа и хелатообразующий агент, где источник пероксида водорода выбирают из группы, состоящей из тетрагидрата пербората натрия и пероксида водорода, растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров имеет молярное отношение хелатообразующего агента к источнику ионов двухвалентного железа в диапазоне от 3:1 до 6:1 и рН в диапазоне от приблизительно 3 до приблизительно 7,

20 введение композиции невязкой жидкости для обработки пласта через необсаженный ствол скважины, проникающий в указанный подземный участок, при этом на стенках ствола скважины имеется фильтрационная корка, причем

композиция для сильно замедленного разрушения полимеров разрушает фильтрационную корку с тем, чтобы извлечь жидкость для обработки и разрушенную фильтрационную корку из подземного участка.

25 9. Способ по п.8, где источник ионов двухвалентного железа выбирают из группы, состоящей из гептагидрата сульфата железа (II), хлорида железа (II) и глюконата железа (II).

10. Способ по п.8, где хелатообразующий агент выбирают из группы, состоящей из лимонной кислоты, цитрата натрия и иминодиуксусной кислоты.

30 11. Способ по п.8, где растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров дополнительно содержит хлорид натрия.

12. Способ по п.8, где температура подземного участка составляет в диапазоне от приблизительно 80°F до приблизительно 150°F.

35 13. Способ обработки подземного участка, включающий получение композиции вязкой жидкости на водной основе для обработки пласта, которая содержит воду, повышающий вязкость полимер и растворимую в воде композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, содержащую источник пероксида водорода, источник ионов двухвалентного железа и хелатообразующий агент, где повышающий вязкость полимер представляет собой полисахарид, источник пероксида водорода выбирают из группы, состоящей из тетрагидрата пербората натрия и пероксида водорода, растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров имеет молярное отношение хелатообразующего агента к источнику ионов двухвалентного железа в диапазоне от 3:1 до 6:1 и рН в диапазоне от приблизительно 3 до приблизительно 7,

45 введение композиции вязкой жидкости для обработки пласта в подземный участок через проникающий в указанный подземный участок необсаженный ствол скважины, при этом на стенках ствола скважины имеется фильтрационная корка, причем

50 композиция для сильно замедленного разрушения полимеров в вязкой жидкости для обработки пласта разрушает вязкую жидкость для обработки пласта и разрушает фильтрационную корку с тем, чтобы разрушенную жидкость для обработки пласта и разрушенную фильтрационную корку извлечь из подземного участка.

14. Способ по п.13, где источник ионов двухвалентного железа выбирают из группы, состоящей из гептагидрата сульфата железа (II), хлорида железа (II) и

глюконата железа (II).

15. Способ по п.13, где хелатообразующий агент выбирают из группы, состоящей из лимонной кислоты, цитрата натрия и иминодиуксусной кислоты.

5 16. Способ по п.13, где растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров дополнительно содержит хлорид натрия.

17. Способ по п.13, где повышающий вязкость полимер представляет собой полисахарид, выбранный из группы, состоящей из биополимеров и модифицированных камедей или целлюлозы и ее производных.

10 18. Способ по п.17, где повышающий вязкость полимер представляет собой ксантановую камедь.

19. Способ по п.13, где температура подземного участка составляет в диапазоне от приблизительно 80°F до приблизительно 150°F.

20. Композиция жидкости для обработки пласта, содержащая воду, повышающий вязкость полимер и растворимую в воде композицию для  
15 сильно замедленного разрушения полимеров, которая содержит источник пероксида водорода, источник ионов двухвалентного железа и хелатообразующий агент, где повышающий вязкость полимер представляет собой полисахарид, источник пероксида водорода выбирают из группы, состоящей из тетрагидрата пербората натрия и пероксида водорода, растворимая в воде композиция для сильно замедленного  
20 разрушения полимеров имеет молярное отношение хелатообразующего агента к источнику ионов двухвалентного железа в диапазоне от 3:1 до 6:1 и рН в диапазоне от приблизительно 3 до приблизительно 7.

21. Композиция по п.20, где источник ионов двухвалентного железа выбирают из группы, состоящей из гептагидрата сульфата железа (II), хлорида железа (II) и  
25 глюконата железа (II).

22. Композиция по п.20, где хелатообразующий агент выбирают из группы, состоящей из лимонной кислоты, цитрата натрия и иминодиуксусной кислоты.

23. Композиция по п.20, где растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров дополнительно содержит хлорид натрия.

30 24. Композиция по п.20, где повышающий вязкость полимер представляет собой полисахарид, выбранный из группы, состоящей из биополимеров и модифицированных камедей или целлюлозы и ее производных.

25. Композиция по п.24, где повышающий вязкость полимер представляет собой ксантановую камедь.

35 26. Композиция по п.20, где температура подземного участка составляет в диапазоне от приблизительно 80°F до приблизительно 150°F.

27. Композиция жидкости для обработки пласта, содержащая воду и растворимую в воде композицию для сильно замедленного разрушения полимеров, которая содержит источник пероксида водорода, источник ионов  
40 двухвалентного железа и хелатообразующий агент, где источник пероксида водорода выбирают из группы, состоящей из тетрагидрата пербората натрия и пероксида водорода, растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров имеет молярное отношение хелатообразующего агента к источнику ионов двухвалентного железа в диапазоне от 3:1 до 6:1 и рН в диапазоне от приблизительно 3  
45 до приблизительно 7.

28. Композиция по п.27, где источник ионов двухвалентного железа выбирают из группы, состоящей из гептагидрата сульфата железа (II), хлорида железа (II) и глюконата железа (II).

50 29. Композиция по п.27, где хелатообразующий агент выбирают из группы, состоящей из лимонной кислоты, цитрата натрия и иминодиуксусной кислоты.

30. Композиция по п.27, где растворимая в воде композиция для сильно замедленного разрушения полимеров дополнительно содержит хлорид натрия.

31. Композиция по п.27, где температура подземного участка составляет в

диапазоне от приблизительно 80°F до приблизительно 150°F.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50