

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2524738

ПОЛИМЕРНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ВНУТРИПЛАСТОВОЙ ВОДОИЗОЛЯЦИИ

Патентообладатель(ли): *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU), ООО "Синтез-ТНП" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2013100315

Приоритет изобретения 09 января 2013 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 09 июня 2014 г.

Срок действия патента истекает 09 января 2033 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов





**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013100315/03, 09.01.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.01.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.01.2013

(45) Опубликовано: 10.08.2014 Бюл. № 22

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2064571 C1, 27.07.1996. RU 2244110 C1, 10.01.2005 . RU 2011124806 A, 20.12.2012. RU 2058479 C1, 20.04.1996. RU 2378491 C1, 10.01.2010. US 6156819 A, 05.12.2000. ТУ 229-002-22650721-2002. ГИДРОФОБИЗАТОР НГ-1

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВПО "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный", отдел ИС и ТТ

(72) Автор(ы):

**Рогачев Михаил Константинович (RU),
Нелькенбаум Савелий Яковлевич (RU),
Мардашов Дмитрий Владимирович (RU),
Кондрашев Артем Олегович (RU),
Кондрашева Наталья Константиновна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный минерально-сырьевой университет "Горный" (RU),
ООО "Синтез-ТНП" (RU)**

(54) ПОЛИМЕРНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ВНУТРИПЛАСТОВОЙ ВОДОИЗОЛЯЦИИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности и может быть использовано для изоляции зон поглощения или ограничения водопитока при ремонте скважин, для создания водонепроницаемого экрана при разобщении водонасыщенных и нефтенасыщенных пластов, а также для выравнивания профилей приемистости нагнетательных скважин. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции включает гидролизированный в щелочи акрилсодержащий полимер гивпан и хлористый натрий. При этом состав содержит в качестве добавки неионогенное поверхностно-активное вещество (ПАВ) с гидрофобными

свойствами - гидрофобизатор НГ-1, представляющий собой смесь продукта реакции ненасыщенных жирных кислот с аминами и их производными с растворителями и функциональными добавками. Состав имеет следующее соотношение компонентов: 3-10 мас.% гивпана, 1-5 мас.% гидрофобизатора НГ-1, 0-10 мас.% хлористого натрия и водно-щелочной раствор. Техническим результатом является повышение проникающей и водоизолирующей способности полимерного состава в условиях неоднородных по проницаемости водо- и нефтегазонасыщенных пород-коллекторов. 4 пр., 1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 524 738** (13) **C1**

(51) Int. Cl.

E21B 33/138 (2006.01)

C09K 8/508 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2013100315/03, 09.01.2013**

(24) Effective date for property rights:
09.01.2013

Priority:

(22) Date of filing: **09.01.2013**

(45) Date of publication: **10.08.2014** Bull. № 22

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VPO "Natsional'nyj mineral'no-syr'evoj universitet
"Gornyj", otdel IS i TT**

(72) Inventor(s):

**Rogachev Mikhail Konstantinovich (RU),
Nel'kenbaum Savelij Jakovlevich (RU),
Mardashov Dmitrij Vladimirovich (RU),
Kondrashev Artem Olegovich (RU),
Kondrasheva Natal'ja Konstantinovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovanija "Natsional'nyj
mineral'no-syr'evoj universitet "Gornyj" (RU),
OOO "Sintez-TNP" (RU)**

(54) **POLYMER COMPOSITION FOR IN-BED WATER ISOLATION**

(57) Abstract:

FIELD: oil-and-gas industry.

SUBSTANCE: proposed composition comprises "givpan" acryl-containing polymer hydrolysed in alkali and sodium chloride. Note here that said composition comprises the additive, i.e. non-ionic surfactant with hydrophobic properties, that, water-repellant NG-1 composed of the mix of product of reaction of unsaturated fat acids with amines and their derivatives with

solvents and functional additives. Composition features the following ratio of elements, in wt %: 3-10 wt % of givpan, 1-5 wt % of water-repellant NG-1, 0-10 wt % of sodium chloride and water-alkali solution.

EFFECT: higher penetrating and water-isolating capacity.

4 ex, 1 tbl

C 1
2 5 2 4 7 3 8
R U

R U
2 5 2 4 7 3 8
C 1

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности и может быть использовано для изоляции зон поглощения или ограничения водопритока при ремонте скважин, для создания водонепроницаемого экрана при разобщении водонасыщенных и нефтенасыщенных пластов, а также для выравнивания профилей приемистости нагнетательных скважин.

Известны осадко- и гелеобразующие составы для селективной изоляции пластовых вод на основе водных растворов полимеров ряда акрилонитрила (Патент РФ №2058479, опубл. 20.04.1996 г.), в которых в качестве осадкообразователя (сшивателя) используются поливалентные ионы металлов (кальция, магния). В качестве источника ионов кальция в известных составах применяют высокоминерализованную пластовую воду или концентрированный водный раствор хлористого кальция.

Недостатком указанных полимерных составов является их невысокая проникающая способность и низкая эффективность при повышенной температуре продуктивного пласта, что связано со снижением объема гелеобразного осадка под воздействием температуры. Кроме того, недостатком известных составов является обратный вынос образующегося осадка с продукцией скважин, что связано со слабым химико-физическим взаимодействием осадка с породой продуктивных пластов.

Известен гелеобразующий состав для изоляции водопритока в скважину, включающий водорастворимый полимер, соли поливалентных металлов, хлорид аммония и воду (Патент РФ №2169256, опубл. 20.06.2001 г.). В качестве водорастворимого полимера используют полиакриламид, в качестве соли поливалентных металлов используют ацетат хрома. Состав используется в способе разработки обводненной нефтяной залежи, обеспечивающем регулирование разработки нефтяных месторождений, изоляцию водопритока в скважину, создание изолирующих экранов с улучшенными технологическими параметрами. Водный раствор полиакриламида вступает в реакцию с водным раствором ацетата хрома, содержащего стабилизатор - хлорид аммония, в результате которой образуется сплошной гель с трехмерной сшитой структурой, что позволяет повысить эффективность изоляции водопритока в скважину и регулирования профиля приемистости нагнетательных скважин. Прочность геля увеличивается в результате снижения термической деструкции полимера и образования геля во всем объеме. Недостатком известного состава является низкая эффективность при использовании для изоляции водопритока в скважину, при регулировании профиля приемистости нагнетательных скважин, так как происходит обратный вынос образующегося геля с продукцией скважины, что связано с недостаточно высокими прочностными и адгезионными свойствами взаимодействия состава с породой продуктивных пластов.

Известны гелеобразующие составы на основе силикатов щелочных металлов (Патент РФ №2065442, опубл. 20.08.1996 г.), солей алюминия (Патент РФ №206185, опубл. 01.01.1967 г., и Патент РФ №206674, опубл. 01.01.1968 г.), алюмосиликатов (Патент РФ №2089723, опубл. 10.09.1997 г.). Недостатками известных составов является их низкая эффективность из-за сложности регулирования скорости гелеобразования, низкой структурной устойчивости, а также высокая стоимость гелеобразующих компонентов, что существенно ограничивает область применения составов.

Известен осадко- и гелеобразующий состав для изоляции водопритока и выравнивания профиля приемистости пласта (Патент РФ №2064571, кл. E21B 33/138, опубл. 27.07.1996 г.), принятый за прототип, содержащий акриловый полимер (гивпан), силикат натрия (жидкое стекло), хлористый кальций и воду при следующем соотношении компонентов, мас. %: гивпан - 1,0-5,0; силикат натрия - 0,33-3,0; хлористый кальций -

2,0-5,0; вода - остальное. Однако недостатками указанного состава являются его низкая водоизолирующая способность в неоднородных по проницаемости пластах, низкая адгезия образующегося осадка к породам пласта. Это объясняется тем, что акриловый полимер (гивпан) мгновенно коагулирует в высокоминерализованной воде, образуя осадки, и при проведении изоляционных работ состав, в первую очередь, проникает по высокопроницаемым каналам пласта, оставляя неизолированными мелкие поры и трещины с более высоким фильтрационным сопротивлением. Образующиеся осадки закупоривают сужение каналов при нагнетании состава в пласт, но при выравнивании давлений осадки под действием гравитационных сил способны опускаться в более широкую часть каналов, снижая изоляционный эффект.

Техническим результатом изобретения является повышение проникающей и изолирующей способности водоизолирующего полимерного состава в условиях неоднородных по проницаемости водо- и нефтегазонасыщенных пород-коллекторов.

Технический результат достигается тем, что полимерный состав, включающий гидролизированный в щелочи акрилсодержащий полимер (например, известный под торговым названием гивпан) и хлористый натрий, дополнительно содержит неионогенное поверхностно-активное вещество с гидрофобными свойствами - гидрофобизатор НГ-1, представляющий собой смесь продукта реакции ненасыщенных жирных кислот с аминами и их производными с растворителями и функциональными добавками, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

	Гидролизированные в щелочи отходы пан волокна или тканей полиакрилонитрила (Гивпан)	3-10
25	Неионогенное поверхностно-активное вещество (гидрофобизатор НГ-1)	1-5
	Хлористый натрий	0-10
	Водно-щелочной раствор	остальное

Хлористый натрий добавляется для улучшения низкотемпературных свойств полимерного состава, в случае его использования в пластах с низкой пластовой температурой, и как регулятор плотности.

В качестве водно-щелочного раствора используется водный раствор едкого натрия (концентрацией 3-12% масс.).

В качестве полиакрилонитрильного сырья на примере гивпана (Патент РФ №2169754, кл. С09К 7/02, опубл. 27.06.2001 г.) при получении гидролизованного в щелочи акрилсодержащего полимера могут быть использованы:

1. Сополимер акрилонитрила с метакрилатом.
2. Отходы полиакрилонитрильных волокон ("жгуты").
3. ПАН-нити и их отходы.

Эффективность заявляемого полимерного состава оценивалась в лабораторных условиях путем оценки и сопоставления фильтрационных и водоизолирующих свойств заявляемого состава и состава по прототипу. Полимерные составы оценивались на основании результатов лабораторных фильтрационных экспериментов по их влиянию на изменение проницаемости водонасыщенных (обводненный интервал продуктивного пласта) образцов естественных горных пород (кернов). Исследования проводились с использованием установки оценки степени повреждения пласта FDES-645 (Coretest Systems Corporation) в условиях, максимально приближенных к пластовым термобарическим условиям нефтяных месторождений Западной Сибири.

Для приготовления исследуемых полимерных составов в лабораторных условиях

использовались следующие компоненты:

- гидролизованные в щелочи отходы пан волокна или тканей полиакрилонитрила - гивпан (по прототипу)

(далее - гидролизованный акрилсодержащий полимер);

5 - неионогенное поверхностно-активное вещество с гидрофобными свойствами - гидрофобизатор НГ-1 (ТУ 2229-002-22650721-2002);

- поваренная соль (NaCl);

- водный раствор едкого натрия (3-12% масс.).

10 Каждый исследуемый полимерный состав приготавливался компаундированием расчетного количества компонентов с помощью лабораторной мешалки до получения однородной массы.

Пример 1 (по прототипу).

Полимерный состав, полученный при использовании в качестве компонентов, мас. %:

15	Гидролизованный акрилсодержащий полимер	8
	Хлористый натрий	10
	Водно-щелочной раствор	82

Пример 2.

Полимерный состав, полученный при использовании в качестве компонентов, мас. %:

20	Гидролизованный акрилсодержащий полимер	8
	Хлористый натрий	10
	Неионогенное поверхностно-активное вещество (гидрофобизатор НГ-1)	1
	Водно-щелочной раствор	81

25 Пример 3.

Полимерный состав, полученный при использовании в качестве компонентов, мас. %:

30	Гидролизованный акрилсодержащий полимер	8
	Хлористый натрий	10
	Неионогенное поверхностно-активное вещество (гидрофобизатор НГ-1)	5
	Водно-щелочной раствор	77

Пример 4.

Полимерный состав, полученный при использовании в качестве компонентов, мас. %:

35	Гидролизованный акрилсодержащий полимер	8
	Неионогенное поверхностно-активное вещество (гидрофобизатор НГ-1)	5
	Водно-щелочной раствор	87

Коэффициент проницаемости керна рассчитывался на основании формулы Дарси:

$$40 \quad k = \frac{\mu \cdot L \cdot Q}{S \cdot \Delta P},$$

где k - коэффициент проницаемости керна, м²;

μ - вязкость жидкости, Па·с;

45 L - длина керна, м;

Q - заданный расход жидкости через керн, м³/с;

S - площадь поперечного сечения образца керна, м²;

ΔP - перепад давления на концах образца керна при заданном расходе, Па.

Фильтрационные исследования проводились на основе принципа: постоянные расходы - меняющиеся перепады давления. Основным контролируемым параметром при проведении экспериментов было изменение перепада давления, на основании которого определялось изменение подвижности воды или нефти в результате прокачки водоизолирующих составов.

Направление закачки и фильтрации рабочих жидкостей в исследуемых образцах ядра соответствовало реальному направлению движения пластовых флюидов и закачиваемых водоизолирующих составов в добывающих скважинах. Прямая фильтрация соответствовала процессу притока флюида из пласта в скважину и в дальнейшем процессу «освоения» скважины, а обратная фильтрация моделировала процесс «изоляции» обводненного интервала призабойной зоны скважины, заключающийся в прокачке через образец ядра 5-ти поровых объемов водоизолирующего состава.

Методика проведения фильтрационных исследований состояла в следующем.

1. Подготовленный образец естественного ядра насыщался под вакуумом приготовленной моделью пластовой воды. После насыщения определялся поровый объем ядра методом взвешивания по величине изменения массы.

2. Насыщенный образец ядра помещался в кернодержатель фильтрационной установки FDES-645, где создавались давления, максимально приближенные к пластовым. Температура при этом устанавливалась в пределах 20°C.

3. Производилась фильтрация через образец ядра модели пластовой воды. При этом измерялась исходная фазовая проницаемость ядра по пластовой воде в режиме постоянного расхода (0,5 см³/мин) до стабилизации градиента давления при стандартной температуре и пластовом давлении. Направление фильтрации при этом - «прямое».

4. В режиме постоянного расхода (0,5 см³/мин) производилась закачка исследуемого водоизолирующего состава. Объем закачки состава, измеряемый по весам на выходе из ядра, составлял 5 поровых объемов ядра (или максимально возможный при высоких значениях давления закачки). Направление фильтрации при этом - «обратное».

5. После окончания процесса закачки водоизолирующего состава в образец ядра температура в нем повышалась до средней пластовой (80°C) и система выдерживалась в состоянии покоя. Время выдержки системы в термобарических условиях составляло 24 часа.

6. После выдержки образца ядра в состоянии покоя производился замер его конечной фазовой проницаемости по пластовой воде в режиме постоянного расхода (0,5 см³/мин) до стабилизации градиента давления. Направление фильтрации при этом - «прямое».

Обработка результатов фильтрационных исследований заключалась в следующем.

1. Определялись градиенты давления и подвижности пластовой воды до и после закачки водоизолирующего состава, на основе которых рассчитывались коэффициенты фазовой проницаемости по пластовой воде (или нефти) до и после закачки состава в ядро.

2. Фиксировался градиент давления закачки водоизолирующего состава после прокачки через ядро порового объема.

3. Выполнялся расчет фактора остаточного сопротивления образца ядра после его обработки исследуемым водоизолирующим составом:

$$R_{ост} = \frac{gradP_2}{gradP_1},$$

где $R_{ост}$ - фактор остаточного сопротивления, ед;

$gradP_1$ - градиент давления закачки в образец керна воды до процесса «изоляции», Па/м;

$gradP_2$ - градиент давления закачки в образец керна воды после процесса «изоляции», Па/м.

Результаты лабораторных исследований сведены в таблицу.

Из таблицы 1 видно, что заявляемый полимерный состав (примеры 2, 3 и 4) имеет преимущества перед прототипом (пример 1) по фильтрационным и водоизолирующим свойствам:

- заявляемый состав обладает повышенной проникающей в пористую среду горной породы способностью - обеспечивает снижение градиента давления закачки в образец керна по сравнению с прототипом (до 2 раз);

- заявляемый состав обладает повышенной водоизолирующей способностью;

- обеспечивает повышение фактора остаточного сопротивления по сравнению с прототипом (в 1,05...1,12 раза).

Таким образом, заявляемый полимерный состав является весьма перспективным. Наличие в нем неионогенного поверхностно-активного вещества с гидрофобными свойствами (гидрофобизатора НГ-1) придает полимерному составу в процессе его гелеобразования в пластовой воде повышенную пластичность, обеспечивающую более глубокое проникновение в водопроводящие каналы пород-коллекторов и, как следствие, более надежное их закупоривание, а также повышенную гидрофобизирующую способность по отношению к поверхности пород-коллекторов, обеспечивающую более высокую адгезию состава к породе и, как следствие, образование в пористой среде породы более прочного водоизоляционного экрана.

Использование изобретения в нефтедобывающей промышленности позволит повысить эффективность ограничения водопритока путем частичной закупорки водопромытых интервалов пласта и подключения к процессу фильтрации застойных и слабо дренируемых продуктивных зон пласта. Применение заявляемого состава может увеличивать охват пласта заводнением за счет включения неработающих ранее интервалов продуктивных пластов. Тем самым обеспечивается вовлечение в эксплуатацию запасов нефти слабо дренируемых и застойных зон продуктивных пластов.

Таблица 1				
Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции				
Параметры	Полимерные составы			
	По прототипу (пример 1)	Заявляемый состав (пример 2)	Заявляемый состав (пример 3)	Заявляемый состав (пример 4)
Проницаемость образца керна по воде до закачки состава, мкм ²	0,0082	0,0061	0,0049	0,0076
Проницаемость образца керна по воде после закачки состава, мкм ²	0,0021	0,0015	0,0011	0,0017
Градиент давления закачки состава в образец керна (после прокачки 1 порового объема), МПа/м	286	260	141	138
Фактор остаточного сопротивления, ед.	3,9	4,1	4,4	4,5

Формула изобретения

Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции при эксплуатации нефтяных

месторождений, в том числе для ограничения водопритоков в добывающих скважинах и выравнивания профилей приемистости в нагнетательных скважинах, включающий гидролизованные в щелочи отходы пан волокна или тканей полиакрилонитрила - гивпан и хлористый натрий, отличающийся тем, что он содержит в качестве добавки
 5 неионогенное поверхностно-активное вещество с гидрофобными свойствами - гидрофобизатор НГ-1, представляющий собой смесь продукта реакции ненасыщенных жирных кислот с аминами и их производными с растворителями и функциональными добавками при следующем соотношении компонентов, мас. %:

10	Гидролизованные в щелочи отходы пан волокна или тканей полиакрилонитрила -	
	Гивпан	3-10
	Неионогенное поверхностно-активное вещество - гидрофобизатор НГ-1	1-5
	Хлористый натрий	0-10
15	Водно-щелочной раствор	остальное

20

25

30

35

40

45