

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2793057

ПОЛИМЕРНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ВНУТРИПЛАСТОВОЙ ВОДОИЗОЛЯЦИИ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
"Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Раунов Инзир Рамилевич (RU), Сытник Юлия
Андреевна (RU)*

Заявка № 2022125245

Приоритет изобретения 27 сентября 2022 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 28 марта 2023 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 27 сентября 2042 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C09K 8/512 (2022.08); E21B 33/138 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022125245, 27.09.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.09.2022

Дата регистрации:
28.03.2023

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 27.09.2022

(45) Опубликовано: 28.03.2023 Бюл. № 10

Адрес для переписки:
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО СПбГУ, Патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):
Раупов Инзир Рамилевич (RU),
Сытник Юлия Андреевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2706150 C1, 14.11.2019. RU
2374425 C1, 27.11.2009. RU 2524738 C1,
10.08.2015. RU 2337126 C2, 27.10.2008. US
6156819 A1, 05.12.2000.

(54) ПОЛИМЕРНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ ВНУТРИПЛАСТОВОЙ ВОДОИЗОЛЯЦИИ ТЕРРИГЕННЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности для регулирования фильтрационных характеристик нефтяных пластов. Технический результат - улучшение проникающей и водоизолирующей способности полимерного состава для внутрипластовой водоизоляции терригенных коллекторов. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции терригенных коллекторов, получаемый в пласте последовательной закачкой двух растворов, содержит, мас. %:

гидролизированный полиакрилонитрил «Гивпан» или «Гипан-1» 1-5; 49,3-51,9 мас. %-ный раствор ацетата хрома трехвалентного 0,5-0,1; 12 мас. %-ную соляную кислоту 0,5-5; 10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия 0,68-7,02; воду остальное, причем сначала в пласт закачивают 10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия, а затем раствор, содержащий «Гивпан» или «Гипан-1», соляную кислоту и ацетат хрома трехвалентного. 4 табл., 10 пр.

RU 2 793 057 C1

RU 2 793 057 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C09K 8/512 (2006.01)
E21B 33/138 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C09K 8/512 (2022.08); E21B 33/138 (2022.08)

(21)(22) Application: **2022125245, 27.09.2022**

(24) Effective date for property rights:
27.09.2022

Registration date:
28.03.2023

Priority:

(22) Date of filing: **27.09.2022**

(45) Date of publication: **28.03.2023** Bull. № 10

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO SPbGU, Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Raupov Inzir Ramilevich (RU),
Sytnik Iuliia Andreevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**

(54) **POLYMER COMPOSITION FOR IN-SITU WATER PROOFING OF TERRIGENOUS RESERVOIRS**

(57) Abstract:

FIELD: oil industry.

SUBSTANCE: invention is related to regulating filtration characteristics of oil reservoirs. The polymer composition for in-situ waterproofing of terrigenous reservoirs, obtained in the reservoir by sequential injection of two solutions, contains, in % by weight: hydrolysed polyacrylonitrile "Givpan" or "Gipan-1" 1-5; 49.3-51.9% by weight solution of trivalent chromium acetate 0.5-0.1; 12% by weight of hydrochloric acid 0.5-5; 10% by weight aqueous solution of sodium

hydroxide 0.68-7.02; the rest is water. First a 10% aqueous solution by weight of sodium hydroxide is pumped into the reservoir, and then a solution containing "Givpan" or "Gipan-1", hydrochloric acid and trivalent chromium acetate.

EFFECT: improved penetrating and water-insulating ability of the polymer composition for in-situ waterproofing of terrigenous reservoirs.

1 cl, 4 tbl, 10 ex

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности для регулирования
фильтрационных характеристик нефтяных пластов. В частности, к составам для
внутрипластовой водоизоляции, а также для выравнивания профилей приемистости
нагнетательных скважин и перераспределения фильтрационных потоков в ранее
недренируемые нефтенасыщенные зоны, и может найти применение при разработке
терригенных нефтенасыщенных коллекторов.

Известен способ применения модифицированных полимерных составов для
повышения нефтеотдачи пластов (патент RU № 2352771, опубликованный 20.04.2009)
на основе полиакриламида марки DP-9, в количестве 2,48 мас. %, в котором в качестве
сшивателя используется ацетат хрома трехвалентного в количестве 0,47 мас.%. Данный
состав готовят на пластовой воде с добавлением щелочного реагента – едкого натра
до pH 8,0 и дополнительно натрия углекислого в количестве 2,48 мас. %.

Недостатком данного полимерного состава можно выделить невысокую
проникающую способность полимера вглубь пласта из-за высокой эффективной
вязкости состава.

Известен состав для добычи нефти из неоднородного нефтяного пласта (патент RU
№ 2215870, опубликованный 10.11.2003) на основе полимера акриловой кислоты 0,001-
0,08 мас. %, соли поливалентного катиона 0,0005-0,002 мас. % и воды - остальное. В
качестве полимера акриловой кислоты используется полиакриламид марок Alcoflood-
935 и Alcotrol-s622, в качестве соли поливалентного катиона – сшивателя, используется
серноокислый алюминий ч.д.а и хлорное железо ч.

Недостатком данного полимерного состава являются низкие содержания
компонентов, которые образуют слабый гель, способный занять лишь небольшую
часть порового объема водонасыщенной части пласта.

Известен состав для регулирования разработки нефтяных месторождений (патент
RU № 2071555, опубликованный 10.01.1997) на основе водорастворимого полимера
0,03-20,0 мас. %, наполнителя 0,1-7,0 мас. %, сшивателя 0,02-3,0 мас. % и воды –
остальное. В качестве водорастворимого полимера используются: полиакриламиды
(ПАА) по ТУ 6-16-2531-81, ТУ 6-01-1049-81, ТУ 14-6-121-75, акриловые полимеры
«Гипан» по ТУ 6-01-166-77, «Метасол» по ТУ 6-01-254-74, «Комета» по ТУ 6-01-622-76
и т.д. Наполнителем служит древесная мука по ГОСТу 16361-87, а сшивателем –
бихромат калия по ГОСТу 2652-78, бихромат натрия по ГОСТу 2651-88, ацетат хрома
и хромовые квасцы по ГОСТу 4162-79.

Недостатком указанного состава является его низкая проникающая способность в
низкопроницаемые водонасыщенные интервалы пласта при повышенных содержаниях
полимера и сшивателя, а наличие грубодисперсного компонента препятствует
фильтрации данного состава вглубь пласта-коллектора из-за блокирования его
неотдаленной зоны.

Известен гелеобразующий состав для изоляции водопритоков в скважину (патент
RU № 2706150, опубликованный 14.11.2019) на основе гидролизованного
полиакрилонитрила 6-10 мас. ч., ацетата хрома 0,5-1,0 мас.ч., сульфата аммония 1,0-2,0
мас.ч. и воды – остальное.

Недостатком указанного состава является низкая эффективность водоизоляции,
связанная с недостаточной прочностью геля.

Известен водоизолирующий состав для обработки продуктивного пласта (патент
RU № 2374425, опубликованный 27.11.2009), принятый за прототип, на основе полимера
акрилового ряда и алюмосиликатного компонента, принятого в качестве сшивателя.
Целевой раствор получают в призабойной зоне пласта за счет последовательной закачки

кислотной, буферной - пресной воды и полимерной оторочки. Кислотную оторочку получают при следующем соотношении химических реагентов мас. %: алюмосиликатный компонент – 4-12, соляная кислота – 8-12, вода – остальное. Полимерную оторочку готовят при следующем соотношении химических реагентов, мас. %: гивпан с содержанием 6-20% гидролизованного полиакрилонитрильного сырья – 20-100, остальное – вода.

Недостатком является невысокая пластическая прочность получаемого геля из-за присутствия в целевом растворе высокого содержания соляной кислоты. Известно, что максимальные значения прочностных характеристик, в частности вязкости, геля на основе водорастворимых полимеров акрилового ряда достижимы в нейтральной среде. Таким образом, необходимо повышать водородный показатель состава в пластовых условиях до нейтрального.

Техническим результатом является улучшение проникающей и водоизолирующей способности полимерного состава.

Технический результат достигается тем, что состав содержит 12 мас.%-ную соляную кислоту, гидролизованный полиакрилонитрил «Гивпан» или «Гипан-1» и дополнительно содержит 10 мас.%-ный водный раствор гидроокиси натрия и 49,3-51,9 мас.%-ный раствор ацетата хрома трехвалентного при следующем соотношении компонентов состава, мас. %:

20	«Гивпан» или «Гипан-1»	1-5
	49,3-51,9 мас.%-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,5-0,1
	12 мас.%-ная соляная кислота	0,5-5
25	10 мас.%-ный водный раствор гидроокиси натрия	0,68-7,02
	вода	остальное,

причем сначала в пласт закачивают 10 мас.%-ный водный раствор гидроокиси натрия, а затем раствор, содержащий «Гивпан» или «Гипан-1», соляную кислоту и ацетат хрома трехвалентного.

Заявляемый состав для повышения нефтеотдачи пластов включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, их содержащие:

- гидролизованный полиакрилонитрил – 5-1% «Гивпан», выпускаемый по ТУ 2216-001-04698227-99 или «Гипан-1», выпускаемый по ТУ 6-01-166-77;
- 49,3-51,9 мас.%-ный раствор ацетата хрома трехвалентного – 0,5-0,1 %, выпускаемый по ТУ 2436-005-75911280;
- 12 мас.%-ная соляная кислота – 5-0,5%, выпускаемая по ГОСТ 3118-77;
- 10 мас.%-ный водный раствор гидроокиси натрия – 0,68-7,02, выпускаемый по ГОСТ 4328-77;
- вода – остальное, выпускаемая по ГОСТ 6709-72.

Гидролизованный полиакрилонитрил выступает в качестве основы для полимерного состава, является инициатором образования сложной пространственной структуры в водном растворе.

«Гивпан» – химический реагент, продукт гидролиза полиакрилонитрильного сырья, представляющий собой однородную вязкую массу от светло-желтого до серого цвета без механических примесей. Реагент проявляет свою стойкость в водной системе при температуре до 175 °С и используется в качестве стабилизатора буровых растворов, а также в качестве основы полимерного состава для проведения водоизоляционных работ и заводнения.

«Гипан-1» – химический реагент, продукт гидролиза полиакрилонитрила, выпускаемый в виде 10- процентного раствора при соотношении щелочи и акрилонитриола 1:1, и внешне представляет вязкую жидкость от желтоватого до темно-коричневого цвета. Полимерные составы на основе гидролизованного

5 полиакрилонитрила отличаются устойчивостью к температурам от 140 до 250 °С. «Гипан-1» применяется в бурении на большую глубину с целью стабилизации глинистых растворов, а также применяется с целью увеличения нефтеотдачи пластов посредством проведения водоизоляционных работ.

10 Ацетат хрома трехвалентного, представляет собой жидкость темно-зеленого цвета с выраженным запахом, с массовой долей хрома III 11,2-11,8%, с массовой долей ацетата хрома III 49,3-51,9%, с рН в пределах 3-4. Применяется для повышения нефтеотдачи пластов, в частности, в работах по выравниванию профиля приемистости и в ремонтно-изоляционных работах. Ацетат хрома трехвалентного выступает в качестве сшивающего агента, под воздействием которого происходит структурирование макромолекул

15 полимера в пористой среде с образованием прочной трехмерной гелевой системы.

Кислота соляная с содержанием 12%, выступает в качестве замедлителя реакции гелеобразования. В кислой среде степень диссоциации макромолекул полимерного электролита снижается за счет образования слабо диссоциирующих групп

20 полиакриловой кислоты, что приводит к сворачиванию молекул полимера в плотные клубки, и в результате уменьшению эффективной вязкости полимерного состава.

Натрия гидроокись, предназначена для увеличения вязкости полимерного состава в пласте и образованию прочного гелевого экрана. Введение данного щелочного реагента приводит к увеличению рН состава до нейтрального, что способствуют

25 получению длинных растянутых макромолекул полимера, которые в свою очередь способствуют значительному повышению вязкости состава. Кроме того, щелочь способствует увеличению смачиваемости горной породы полимерным составом, что в свою очередь повышает адгезионную связь и прочность сцепления полимерного состава с минеральными зёрнами горной породы.

В качестве воды используется дистиллированная вода или пресная вода.

30 Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции приготавливают следующим образом. Вначале необходимо полностью растворить в воде гидролизованный полиакрилонитрил, затем ввести и растворить в воде соляную кислоту. Дозировать в полученный раствор ацетат хрома – сшиватель, до полного растворения. Перед закачкой вышеописанного раствора необходимо в пласт закачать гидроокись натрия.

35 Предлагаемый полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции проявляет свои заявленные свойства при соблюдении рецептуры приготовления и использования представленных концентраций компонентов, которые обосновываются следующим образом.

40 Рассмотрим систему полимер – сшиватель без добавлений замедлителя и нейтрализатора реакции гелеобразования. Выбор концентраций гидролизованного полиакрилонитрила <1 мас. % для приготовления полимерных составов является нецелесообразным ввиду малого количества геля, образующегося из всего рабочего объема раствора. В результате приготовления состава получается загущенный

45 полимером водный раствор, неспособный выдерживать целевые сдвиговые нагрузки в пластовых условиях, а при добавлении соляной кислоты реологические характеристики состава ухудшатся.

Концентрации полиакрилонитрила в водном растворе >5 мас. % приводят к мгновенной сшивке полимерных растворов по поверхности с дальнейшим их

разрушением при закачке в пласт. Таким образом, вместо равномерной гелевой структуры получают загущенные составы с комками, которые с течением времени теряют свою вязкость. В дальнейшем при добавлении соляной кислоты для приготовления предлагаемого полимерного состава, последний будет подвержен еще более активной деструкции. В таблицах 1 и 2 для примера 6 приведены значения эффективной вязкости непосредственно перед разрушением их структуры.

Из результатов исследований водных растворов полимер и сшиватель, приведенных в таблицах 1 и 2, видно, что содержание ацетата хрома >0,5 мас. % приводит к значительному снижению эффективной вязкости полимерного состава, в сравнении с концентрациями 0,1-0,4 мас. %.

Наибольшая эффективная вязкость полимерного состава на основе полимера и сшивателя достигается при их соотношении в рабочем растворе 1:10 при концентрациях полимера <5 мас. %.

Пример 1. Для приготовления базового полимерного состава по примеру 1, представленного в таблице 3, без замедлителя – 12% водного раствора соляной кислоты, и без нейтрализатора гелеобразования – 10% водного раствора гидроокиси натрия, необходимо полностью растворить в воде 1 мас. % «Гипан-1», затем дозировать в полученный раствор 0,1 мас. % ацетата хрома трехвалентного до полного растворения.

Таблица 1 – Результаты лабораторных исследований водных растворов «Гивпан» и сшивателя

Концентрация «Гивпан», мас. %	Концентрация ацетата хрома, мас. %	Эффективная вязкость, мПа * с
1	0,1	242,00
	0,5	111,68
	1	18,46
2	0,2	357,20
	0,5	164,80
	1	27,20
3	0,3	426,43
	0,5	406,25
	1	6,15
4	0,4	3642,13
	0,5	1489,05
	1	546,96
5	0,1	5070,10
	0,4	35063,53
	0,5	1048,62
	1	916,57
6	0,1	4346,35
	0,4	26800,00
	0,5	23167,80
	1	8120,03

Таблица 2 – Результаты лабораторных исследований водных растворов «Гипан-1» и сшивателя

Концентрация «Гипан-1», мас. %	Концентрация ацетата хрома, мас. %	Эффективная вязкость, мПа * с
1	0,1	234,74
	0,5	109,33

		1	17,69
	2	0,2	345,64
		0,5	161,85
5		1	26,83
	3	0,3	416,64
		0,5	396,45
		1	5,96
	4	0,4	3586,32
		0,5	1454,39
10		1	530,55
	5	0,1	4957,99
		0,4	34111,62
		0,5	1019,16
		1	899,07
15	6	0,1	4216,35
		0,4	25997,87
		0,5	22477,03
		1	7976,42

Пример 2. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции получается, как в примере 1, при следующем соотношении мас. %.

20	«Гивпан»	5
	49,3-51,9 мас.%-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,5
	Вода	остальное

Таблица 3 – Предлагаемый полимерный состав

№	Компоненты полимерного состава, мас. %					
	«Гипан-1»	«Гивпан»	49,3-51,9 мас.%-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	12 мас.%-ная соляная кислота	10 мас.%-ный водный раствор гидроокиси натрия	Вода
1	2	3	4	5	6	7
1	1	-	0,1	-	-	98,90
2	-	5	0,5	-	-	94,50
30	3	-	0,2	1	-	96,80
4	3	-	0,3	4	-	92,70
5	-	1	0,1	0,5	0,68	92,72
6	-	3	0,4	2	2,83	91,77
7	-	4	0,4	3	4,22	88,38
8	4	-	0,4	6	8,42	81,18
35	9	-	0,4	0,25	0,34	95,01
10	-	5	0,4	4	5,61	84,99

Пример 3 Полимерный состав по прототипу для внутрипластовой водоизоляции готовят следующим образом. Вначале необходимо полностью растворить в воде 2 мас. % «Гипан-1», затем ввести и растворить в воде 1 мас. % соляной кислоты. Дозировать в полученный раствор 0,2 мас. % ацетата хрома трехвалентного до полного растворения.

Пример 4. Полимерный состав по прототипу для внутрипластовой водоизоляции получается, как в примере 3, при следующем соотношении мас. %:

45	«Гипан-1»	3
	49,3-51,9 мас.%-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,3
	12 мас.%-ная соляная кислота	4
	Вода	остальное

Пример 5. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции приготавливают следующим образом. Вначале необходимо полностью растворить в воде 1 мас. % «Гивпан», затем ввести и растворить в воде 0,5 мас. % соляной кислоты. Дозировать в полученный раствор 0,1 мас. % ацетата хрома III до полного растворения. Перед закачкой вышеописанного раствора необходимо в пласт закачать гидроокись натрия в количестве 0,68 мас. %.

Пример 6. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции получается, как в примере 5, при следующем соотношении мас. %:

10	«Гивпан»	3
	49,3-51,9 мас. %-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,4
	12 мас. %-ная соляная кислота	2
	10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия	2,83
	Вода	остальное

Пример 7. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции получается, как в примере 5, при следующем соотношении мас. %:

	«Гивпан»	4
	49,3-51,9 мас. %-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,4
20	12 мас. %-ная соляная кислота	3
	10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия	4,22
	Вода	остальное

Пример 8. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции получается, как в примере 5, при следующем соотношении мас. %:

25	«Гипан-1»	4
	49,3-51,9 мас. %-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,4
	12 мас. %-ная соляная кислота	6
	10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия	8,42
	Вода	остальное

Пример 9. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции получается, как в примере 5, при следующем соотношении мас. %:

	«Гипан-1»	4
	49,3-51,9 мас. %-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,4
35	12 мас. %-ная соляная кислота	0,25
	Н10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия	0,34
	Вода	остальное

Пример 10. Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции получается, как в примере 5, при следующем соотношении мас. %:

40	«Гипан-1»	5
	49,3-51,9 мас. %-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,4
	12 мас. %-ная соляная кислота	4
	10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия	5,61
45	Вода	остальное

Эффективность предлагаемого полимерного состава доказана лабораторными реологическими и фильтрационными исследованиями.

Были проведены исследования по оценке пластической прочности предлагаемого

полимерного состава методом Ребиндера.

Измерение эффективной вязкости проводилось при постоянной скорости сдвига $D=44$ 1/с в зависимости от времени с использованием универсального ротационного вискозиметра Rheotest RN 4.1 и цилиндрической измерительной системы.

5 Водоизоляционная способность предлагаемого полимерного состава исследовалась в процессе фильтрационных исследований на образцах кернового материала терригенного коллектора нефтяного месторождения. К трудоемким и продолжительным по времени фильтрационным исследованиям ввиду экономических затрат допускались образцы, которые успешно прошли реологические испытания.

10 Подготовка образцов керна и пластовых флюидов, а также проведение лабораторных фильтрационных исследований были выполнены в соответствии с ГОСТ 26450.0-85 и ОСТ 39-195-86.

15 Модель пластовой воды для фильтрационных исследований готовилась в соответствии с 6-ти компонентным составом пластовых вод терригенных отложений девона нефтяного месторождения.

Фильтрационные исследования проводились с помощью фильтрационной установки FDES-645 от Coretest Systems Corporation при термобарических условиях максимально приближенным к пластовым. Исследования проводились в два основных этапа: на модели одиночного керна и с использованием параллельно подключенных образцов

20 керна для создания неоднородности свойств пласта по вертикали. Результаты лабораторных исследований сведены в таблицу 4, которые демонстрируют преимущества заявленного полимерного состава перед прототипом и базовым составом – аналогом, без замедлителя реакции гелеобразования и нейтрализатора по

25 фильтрационным и водоизолирующим свойствам. Заявляемый состав обладает повышенной проникающей в пористую среду горной породы способностью вследствие его малой эффективной вязкости во время движения состава в системе пласт-скважина по сравнению с базовым полимерным составом – без замедлителя и нейтрализатора гелеобразования. В отличие от базового полимерного

30 состава гелеобразование предлагаемого состава отложено во времени и начинается непосредственно в пласте за счет добавления соляной кислоты. В сравнении с базовым полимерным составом по примеру 2 заявленный состав по

35 примеру 5 демонстрирует уменьшение градиента давления закачки в 5,45 раз, начальный градиент давления сдвига уменьшается в 1,82 раз, фактор сопротивления уменьшается в 1,83 раз, остаточный фактор сопротивления уменьшается в 1,83 раз, коэффициент вытеснения нефти после обработки составом всей модели неоднородного пласта уменьшился в 1,76 раз.

В сравнении с прототипом по примеру 4, заявленный состав по примеру 5

40 демонстрирует увеличение градиента давления закачки в 3,66 раз, начальный градиент давления сдвига уменьшается в 1,22 раз, фактор сопротивления уменьшается в 1,21 раз, остаточный фактор сопротивления уменьшается в 1,2 раз, коэффициент вытеснения нефти после обработки составом всей модели неоднородного пласта уменьшился в 1,14 раз.

Состав приготовленный по примеру 5 проигрывает по всем показателям прототипу

45 по примеру 4 и по всем показателям, кроме градиента давления закачки, базовому составу по примеру 2. Ухудшение фильтрационных и водоизолирующих свойств связано с выбором концентраций реагентов для приготовления полимерного состава ниже заявленного диапазона по соляной кислоте и по гидроокиси натрия. В сравнении с базовым полимерным составом по примеру 2 заявленный состав по

примерам 6, 7, 8, 9, 10 демонстрирует уменьшение градиента давления закачки в 12, 16, 10, 10 и 12 раз соответственно, начальный градиент давления сдвига уменьшается в 1,09, 1, 1,23, 1,29 и 1,05 раз соответственно, фактор сопротивления увеличивается в 1,74, 2,10, 1,54, 1,48 и в 1,80 раз соответственно, остаточный фактор сопротивления
 5 увеличивается в 1,73, 2,08, 1,54, 1,48 и в 1,80 раз соответственно, коэффициент вытеснения нефти после обработки составом всей модели неоднородного пласта увеличился в 1,64, 1,84, 1,48, 1,40 и 1,72 раза соответственно.

В сравнении с прототипом по примеру 4 заявленный состав по примерам 6-10 демонстрирует уменьшение градиента давления закачки в 1,67, 1,25, 2, 2 и в 1,67 раз
 10 соответственно, начальный градиент давления сдвига увеличивается в 1,09, 1, 1,23, 1,29 и 1,05 раз соответственно, фактор сопротивления увеличивается в 2,63, 3,18, 2,34, 2,24 и 2,73 раз соответственно, остаточный фактор сопротивления увеличивается в 2,63, 3,18, 2,34, 2,24 и в 2,73 раз соответственно, коэффициент вытеснения нефти после обработки составом всей модели неоднородного пласта увеличился в 2,56, 2,88, 2,31,
 15 2,19 и 2,69 раза соответственно.

Составы, приготовленные по примерам 8 и 9, демонстрируют свое преимущество над прототипом по примеру 4 и над базовым составом по примеру 2 по всем параметрам. Однако в сравнении с составами по примерам 5, 6, 7, и 10 наблюдается ухудшение
 20 фильтрационных и водоизолирующих свойств для рассматриваемых составов. Таким образом, обосновывается верхняя и нижняя граница диапазона выбранных концентраций по соляной кислоте и по щелочи.

Таким образом, заявляемый полимерный состав является весьма перспективным. Регулирование гелеобразования, увеличение проникающей способности и увеличение
 25 прочности достигается за счет введения в пласт нейтрализатора – щелочи, перед закачкой полимерного состава с целью повышения водородного показателя до нейтрального. При добавлении в состав сильной одноосновной кислоты в кислой среде снижается степень диссоциации макромолекул полимерного электролита за счет
 30 образования слабо диссоциирующих групп полиакриловой кислоты, что приводит к сворачиванию молекул полимера в плотные клубки и, в результате, к понижению эффективной вязкости. При увеличении водородного показателя pH путем добавления щелочи амидные группы полимера акрилового ряда подвергаются гидролизу. Гидролизированный полимер акрилового ряда в воде диссоциирует, отщепляя катион. Образующиеся при этом отрицательные заряды вдоль молекул способствуют получению
 35 длинных растянутых макромолекул полимера. Растянутые цепочкообразные молекулы способствуют значительному повышению вязкости полимерного состава, что приведет к увеличению коэффициента извлечения нефти за счет создания высокопрочного гелевого экрана в промытых высокопроницаемых частях продуктивного пласта и перенаправления фильтрационных потоков в ранее недренируемые нефтенасыщенные зоны терригенного коллектора.

40 Таблица 4 – Результаты реологических и фильтрационных лабораторных исследований

Параметры		Полимерный состав									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пластическая прочность, Па	24 ч	Не прочный	6722	Не прочный	Не прочный	1351	5403	9389	3709	4438	10738
	48 ч	Не прочный	5796	Не прочный	Не прочный	1558	6233	9389	7271	5049	10738
	72 ч	Не прочный	5796	Не прочный	Не прочный	1558	6233	9389	7271	5796	12880

5	Эффективная вязкость, МПа с	10 мин	155	608	122	407	120	6120	13100	5450	5240	6388
		60 мин	135	1019	3810	543	262	4980	8210	8600	3070	8100
		120 мин	235	1019	3400	814	573	7010	5680	5500	2590	9113
10	Фактор сопротивления, ед.	-	198	-	131	108	344	416	306	293	358	
	Остаточный фактор сопротивления, ед.	-	198	-	130	108	342	412	304	292	356	
	Градиент давления закачки состава после 1 порового объема МПа/м	-	0,1200	-	0,0060	0,0220	0,0100	0,0075	0,0120	0,0120	0,0100	
15	Начальный градиент давления сдвига, МПа/м	-	2,83	-	1,89	1,55	2,59	2,83	2,3	2,20	2,69	
	Коэффициент вытеснения нефти после обработки для всей модели неоднородного пласта, ед.	-	0,25	-	0,16	0,14	0,41	0,46	0,37	0,35	0,43	

Использование изобретения в нефтедобывающей промышленности позволит снизить вязкость, градиент давления закачки полимерного состава в поверхностных условиях и достичь увеличения вязкости и прочности в пластовых условиях за счет закачки щелочи до закачки полимерного состава (раствор полимера, сшивателя и кислоты в воде). Применение заявляемого состава может увеличивать охват пласта заводнением за счет включения в разработку ранее недренируемых нефтенасыщенных зон продуктивных пластов.

(57) Формула изобретения

Полимерный состав для внутрипластовой водоизоляции терригенных коллекторов, содержащий гидролизированный полиакрилонитрил, соляную кислоту и воду, получаемый в пласте последовательной закачкой двух растворов, отличающийся тем, что состав содержит 12 мас. %-ную соляную кислоту, гидролизированный полиакрилонитрил «Гивпан» или «Гипан-1» и дополнительно содержит 10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия и 49,3-51,9 мас. %-ный раствор ацетата хрома трехвалентного при следующем соотношении компонентов состава, мас. %:

«Гивпан» или «Гипан-1»	1-5
49,3-51,9 мас. %-ный раствор ацетата хрома трехвалентного	0,5-0,1
12 мас. %-ная соляная кислота	0,5-5
10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия	0,68-7,02
вода	остальное,

причем сначала в пласт закачивают 10 мас. %-ный водный раствор гидроокиси натрия, а затем раствор, содержащий «Гивпан» или «Гипан-1», соляную кислоту и ацетат хрома трехвалентного.