

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2815111

### ПОЛИМЕР-ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ОХВАТА НЕОДНОРОДНОГО НЕФТЯНОГО ПЛАСТА ЗАВОДНЕНИЕМ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

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

Заявка № 2023119852

Приоритет изобретения 27 июля 2023 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 11 марта 2024 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 27 июля 2043 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
C09K 8/508 (2023.08); E21B 33/138 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023119852, 27.07.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.07.2023

Дата регистрации:  
11.03.2024

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 27.07.2023

(45) Опубликовано: 11.03.2024 Бюл. № 8

Адрес для переписки:  
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
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 императрицы Екатерины II"  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2627502 C1, 08.08.2017. RU  
2313665 C1, 27.12.2007. RU 2743744 C1,  
25.02.2021. RU 2061855 C1, 10.06.1996. RU  
2212529 C1, 20.09.2003. RU 2659443 C2,  
02.07.2018. WO 2016048332 A1, 31.03.2016. WO  
2017084986 A1, 26.05.2017.

## (54) ПОЛИМЕР-ДИСПЕРСНЫЙ СОСТАВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ОХВАТА НЕОДНОРОДНОГО НЕФТЯНОГО ПЛАСТА ЗАВОДНЕНИЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности, а именно к регулированию фильтрационных характеристик нефтяных пластов. Технический результат - увеличение охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением за счет включения в разработку ранее неохваченных дренированием низкопроницаемых нефтенасыщенных зон. Полимер-дисперсный водоизоляционный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением содержит, мас. %:

полиакриламид 0,01-5; микроармирующую добавку 0,01-5,5; воду остальное. В качестве микроармирующей добавки состав содержит отход алюмохромового катализатора при мокрой очистке газов дегидрирования углеводородного сырья для получения мономеров в производстве синтетических каучуков - катализаторный шлам с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III. Массовое соотношение полиакриламида и указанного шлама в составе составляет от 1:1 до 1:2 соответственно. 2 табл.

RU 2 815 111 C1

RU 2 815 111 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C09K 8/508* (2006.01)  
*E21B 33/138* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*C09K 8/508 (2023.08); E21B 33/138 (2023.08)*

(21)(22) Application: **2023119852, 27.07.2023**

(24) Effective date for property rights:  
**27.07.2023**

Registration date:  
**11.03.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **27.07.2023**

(45) Date of publication: **11.03.2024** Bull. № 8

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2,  
Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

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

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**

(54) **POLYMER-DISPERSED COMPOSITION FOR INCREASING COVERAGE OF NON-UNIFORM OIL FORMATION BY FLOODING**

(57) Abstract:

FIELD: oil industry.

SUBSTANCE: invention relates to oil industry, namely to control of filtration characteristics of oil formations. Polymer-dispersed water-shutoff composition for increasing the coverage of a non-uniform oil formation by flooding contains, wt.%: polyacrylamide 0.01–5; micro-reinforcing additive 0.01–5.5; water is the rest. As a micro-reinforcing additive, the composition contains a waste of an aluminium-chromium catalyst during wet scrubbing of gases of dehydrogenation of hydrocarbon material for

obtaining monomers in production of synthetic rubber — catalyst sludge with content of 69–73% of aluminium oxide, 10–14% of chromium III oxide. Weight ratio of polyacrylamide and said slurry in the composition ranges from 1:1 to 1:2, respectively.

EFFECT: increased coverage of non-uniform oil formation by waterflooding due to inclusion into development of low-permeable oil-saturated zones not covered by drainage.

1 cl, 2 tbl

Изобретение относится к нефтедобывающей промышленности для регулирования фильтрационных характеристик нефтяных пластов. В частности, к составам для водоизоляционных работ, и может найти применение при разработке неоднородных нефтенасыщенных коллекторов.

5 Известен полимерно-дисперсный состав для увеличения добычи нефти (Патент № 2061855, опубликованный 10.06.1996), на основе полидиметилдиаллиламмония или полиаминосульфата или поли-N,N-диметил-N-(2-гидрокси)-пропиламмоний хлорида в количестве 0,01-1,0 мас. %, глины в количестве 0,01-10 мас. %, вода - остальное.

10 Недостатком данного состава является низкая проникающая способность состава в пласт из-за высокой адсорбции полимера на горной породе. В этой связи, перекрытие высокопроницаемых обводненных каналов возможно только в призабойной зоне пласта.

Известен состав для регулирования разработки нефтяных месторождений и способ его приготовления (Авторское свидетельство SU № 170708, опубликованное 07.02.1992), 15 на основе полиакриламида (ПАА) в количестве 0,05-0,5 мас. %, бентонитовой глины в количестве 1-8 мас. %, вода - остальное.

Недостатком известного состава является высокая адсорбция полиакриламида на горной породе и низкая седиментационная устойчивость бентонитовой глины в растворе.

20 Известен полимерглинистый состав для увеличения добычи нефти (Патент RU № 2161248, опубликованный 27.12.2000), на основе карбоксиметилцеллюлозы в количестве 0,1-1,0 мас. %, в котором в качестве регулятора водородного показателя используют кальцинированную соду в количестве 0,1-0,5 мас. %, в качестве наполнителя используют глинопорошок в количестве 0,1-30,0 мас. %, вода - остальное.

25 Недостатком известного состава является низкая водоизолирующая способность состава при низких содержаниях полимера и частичная потеря приемистости нагнетательных скважин при высоких содержаниях компонентов полимерного состава.

Известен способ для разработки неоднородных нефтяных пластов с помощью полимер-дисперсного состава на основе полиакриламида (Патент RU № 2313665, опубликованный 27.12.2007), глинопорошка и соединений хрома и воды. Причем, 30 сначала в пласт закачивают 4-6%-ную суспензию модифицированного бентонитового глинопорошка в 0,04-0,12%-ном водном растворе полиакриламида, продавливают ее в пласт буферным объемом воды и выдерживают в течение 1-3 часов, затем последовательно закачивают 1-6%-ную суспензию модифицированного бентонитового глинопорошка в воде, содержащей 0,005-0,015% соединения хрома и смесь 0,07-0,25%-ного водного раствора полиакриламида и 0,033-0,1%-ного раствора соединения хрома.

35 Недостатком известного состава является снижение проницаемости призабойной зоны пласта из-за закупорки поровых каналов.

Известен способ разработки неоднородного нефтяного пласта с применением полимер-дисперсного состава (Патент RU № 2627502, опубликованный 08.08.2017), 40 принятого за прототип, содержащего полиакриламид, сшивающий агент и микроармирующую добавку, и продавку его в пласт водой. В качестве ПАА используют частично гидролизованый в количестве 12,00-17,00 мас. %. В качестве сшивающего агента используют ацетат хрома(III) или сшивающую композицию состава, мас. %: ацетат хрома(III) 2,00-10,00 и 20,0-23,0%-ная соляная кислота - остальное. Указанный 45 полимер-дисперсный состав получают введением ПАА в пресную или минерализованную воду с плотностью до 1,012 г/см<sup>3</sup>, содержащей микрокремнезем, и затем введением сшивающего агента - ацетата хрома(III) или указанной сшивающей композиции при закачке в скважину, при следующем соотношении компонентов, масс. %: водный

раствор ПАА, содержащий микрокремнезем 1,0-7,0, ацетат хрома(III) 0,01-0,1 или указанная сшивающая композиция 0,5-1,5, вода - остальное, или введением в воду пресную или минерализованную с плотностью до 1,012 г/см<sup>3</sup> водного раствора ПАА, содержащего микрокальцит, и затем введением сшивающего агента - ацетата хрома (III) при закачке в скважину, при следующем соотношении компонентов, мас. %:

указанная полимерная композиция, содержащая микрокальцит 1,0-7,0, ацетат хрома (III) 0,01-0,1, указанная вода - остальное.

Недостатком данного полимер-дисперсного состава являются высокие содержания ПАА. Использование сшивателя без замедлителя реакции гелеобразования - соляной кислоты, и дисперсного наполнителя при указанных содержаниях ПАА приводит к образованию мало подвижного геля сразу после его замешивания. Таким образом, не позволяет прокачать состав в системе «устье-скважина-пласт». Использование соляной кислоты высоких концентраций в качестве замедлителя гелеобразования приводит к повышению коррозии устьевого и подземного оборудования. Использование ПАА высоких содержаний и соляной кислоты указанных концентраций приводит к значительному удорожанию скважино-операции на проведение водоизоляционных работ.

Техническим результатом является улучшение проникающей и водоизолирующей способности полимер-дисперсного состава вглубь пласта.

Технический результат достигается тем, что в качестве микроармирующей добавки содержит отход алюмохромового катализатора при мокрой очистке газов дегидрирования углеводородного сырья для получения мономеров в производстве синтетических каучуков - катализаторный шлам с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III при следующем соотношении компонентов, мас. %:

полиакриламид	0,01-5
указанный шлам	0,01-5,5
вода	остальное

при массовом соотношении полиакриламида и указанного шлама от 1:1 до 1:2 соответственно.

Заявляемый полимер-дисперсный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением включает в себя следующие реагенты и товарные продукты, их содержащие:

- полиакриламид - от 5 до 0,01 мас. %, соответствующий требованиям РД 39-3-36-77 «Руководство по проектированию и технико-экономическому анализу разработки нефтяных месторождений с применением метода воздействия на пласт водой, загущенной полимерами»;

- катализаторный шлам сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III - от 5,5 до 0,01 мас. %, является техногенным отходом алюмохромового катализатора при мокрой очистке газов дегидрирования углеводородного сырья для получения мономеров в производстве синтетических каучуков;

- вода - остальное, выпускаемая по ГОСТ 6709-72.

Полиакриламид выступает в качестве основы для полимер-дисперсного состава, является инициатором образования сложной пространственной структуры в водном растворе. Полиакриламид предназначен для использования в технологических операциях по повышению нефтеотдачи пласта, выравниванию профиля приемистости нагнетательных скважин, для модификации проницаемости пористого коллектора.

Катализаторный шлам сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием от 69 до 73% оксида алюминия, от 10 до 14% оксида хрома III, представляет собой порошок светло-зеленого цвета без запаха. Выступает в качестве дисперсной фазы полимер-дисперсного состава. Твердые частицы шлама связываются между собой и с горной породой за счет флокулирующих свойств полиакриламида. Катионы поливалентных металлов, содержащихся в шламе, являются сшивателем полиакриламида. В этой связи, в пластовых условиях образуется стойкая к размыву сшитая полимерно-дисперсная система, перераспределяющая фильтрационные потоки воды.

В качестве воды используется дистиллированная вода или пресная вода.

Полимер-дисперсный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением готовят следующим образом. Сначала делают навески полиакриламида и катализаторного шлама сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III от необходимого количества итогового полимер-дисперсного состава. Затем полностью растворяют навеску полиакриламида в части от указанного итогового содержания воды. Потом на оставшейся части воды готовят водную суспензию катализаторного шлама сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III. Затем два раствора смешивают между собой.

Предлагаемый полимер-дисперсный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением проявляет свои заявленные свойства при соблюдении рецептуры приготовления и использования представленных концентраций компонентов, которые обосновываются следующим образом.

Примеры заявляемого полимер-дисперсного состава приведены в таблице 1.

Полученные результаты лабораторных исследований приведены в таблице 2.

Выбор содержания полиакриламида <0,01 мас. % для приготовления полимер-дисперсного состава является нецелесообразным ввиду того, что полиакриламид ниже указанных концентраций неспособен долговременно связывать твердые частицы катализаторного шлама сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III между собой. Таким образом, твердые частицы шлама моментально осаждаются на дно химического стакана.

Содержания полиакриламида в водном растворе >5 мас. % приводят к мгновенной сшивке полимерных растворов с образованием неразбиваемых комков на этапе их приготовления.

Для повышенной седиментационной устойчивости полимер-дисперсного состава оптимальное соотношение полиакриламида и катализаторного шлама сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием от 69 до 73% оксида алюминия, от 10 до 14% оксида хрома III составляет от 1:1 до 1:2 соответственно.

Эффективность предлагаемого полимер-дисперсного состава для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением доказана лабораторными реологическими и фильтрационными исследованиями.

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.

Таблица 1 - Предлагаемый полимер-дисперсный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением

Пример	Компоненты полимер-дисперсного состава, мас. %
--------	--

	Полиакриламид	Катализаторный шлам сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III	Вода
1	2	3	4
1	0,008	0,01	99,982
2	0,01	0,01	99,98
3	0,63	1,24	98,13
4	0,75	1,3	97,95
5	1,25	2,25	96,5
6	1,5	3	95,5
7	2,5	3,2	94,3
8	3	3,1	93,9
9	5	5,5	89,5

Время гелеобразования определялось следующим образом. Подготовленные для эксперимента пробы поочередно помещают в измерительный сосуд Rheotest RN 4.1, где их выдерживают в течение времени, необходимого для начала гелеобразования при 40°C. Время начала гелеобразования определяют по изменению вязкости раствора.

Водоизоляционная способность предлагаемого полимер-дисперсного состава исследовалась в процессе фильтрационных исследований на образцах кернового материала терригенного коллектора нефтяного месторождения.

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.

Фильтрационные исследования проводились с помощью фильтрационной установки RPS-812 при термобарических условиях максимально приближенным к пластовым. Фильтрационные исследования проводились в два основных этапа: на модели однородного по проницаемости пласта и на модели неоднородного по проницаемости пласта по вертикали.

Определение водоизолирующих и фильтрационных параметров заявленного состава производилось в течение первых суток с момента приготовления полимер-дисперсного состава.

Заявленный полимер-дисперсный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением сразу после приготовления визуально выглядит как вязкая жидкость светло-зеленого цвета со взвешенными частицами шлама по всему объему состава.

Полимер-дисперсный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением по примеру 1 сразу после приготовления демонстрирует осаждение катализаторного шлама сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III на дно химического стакана. Слабая седиментационная устойчивость полимер-дисперсного состава обусловлена содержанием полиакриламида ниже заявленного диапазона.

Полимер-дисперсный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением по примеру 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9 в сравнении с составом по примеру 2 демонстрирует меньшее время гелеобразования от 3,5 до 0,99 часа против 14 часов. Более длительное время гелеобразования для состава по примеру 2 обусловлено содержаниями реагентов по установленной нижней границе. С увеличением содержаний в границах указанного диапазона водоизолирующие и фильтрационные характеристики полимерного состава улучшаются при уменьшении времени гелеобразования. Таким образом, время гелеобразования, водоизолирующие и фильтрационные характеристики заявляемого полимер-дисперсного состава регулируются содержаниями химических

реагентов для его приготовления.

Полимер-дисперсный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением по примеру 10 (табл. 2) представляет собой смесь высокой вязкости с плотными неразбиваемыми комками на этапе растворения полиакриламида в воде. Дальнейшее добавление дисперсного наполнителя в виде катализаторного шлама сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III в полимерный раствор нецелесообразно.

Улучшение проникающей способности полимер-дисперсного состава для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением в терригенных коллекторах достигается за счет закачки в пласт полимерного состава на основе полимера полиакриламида. Полимер-дисперсный состав способен проникать вглубь пласта с минимальной адсорбцией полимера на горной породе, с сохранением и доставкой действующего вещества в закачиваемом составе в удаленную зону пласта. Улучшение водоизолирующей способности полимер-дисперсного состава достигается за счет упрочнения полимер-дисперсного состава дисперсной фазой в виде катализаторного шлама сектора добычи и переработки минерального сырья с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III. Катионы поливалентных металлов, содержащиеся в шламе, выступают в качестве сшивателя полиакриламида.

Применение заявляемого полимер-дисперсного состава для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением может увеличить охват терригенного пласта заводнением за счет включения в разработку ранее неохваченных дренированием низкопроницаемых нефтенасыщенных зон. Таблица 2 - Результаты реологических и фильтрационных лабораторных исследований

Состав	Исследуемые параметры						
	Время гелеобразования, час	Эффективная вязкость, мПа			Фактор сопротивления, ед.	Остаточный фактор сопротивления, ед.	Коэффициент вытеснения нефти после обработки для всей модели неоднородного пласта, ед.
		10 мин	60 мин	120 мин			
1	Осаждение шлама сразу после перемешивания	1,22	1,21	1,11	-	-	-
2	14	1,45	1,57	3,24	2	2	0,03
3	3,5	93	99	116	52	51	0,12
4	3,7	158	161	167	93	92	0,12
5	3,9	304	309	315	169	167	0,17
6	3,9	311	313	323	227	225	0,19
7	1,83	702	708	712	395	389	0,22
8	1,8	968	982	1432	401	400	0,23
9	0,98	1246	1338	1631	673	670	0,24
10	Моментально сшился	-	-	-	-	-	-

#### (57) Формула изобретения

Полимер-дисперсный водоизоляционный состав для увеличения охвата неоднородного нефтяного пласта заводнением, содержащий полиакриламид, микроармирующую добавку и воду, отличающийся тем, что в качестве микроармирующей добавки содержит отход алюмохромового катализатора при мокрой очистке газов дегидрирования углеводородного сырья для получения мономеров в производстве синтетических каучуков - катализаторный шлам с содержанием 69-73% оксида алюминия, 10-14% оксида хрома III при следующем соотношении компонентов, мас. %:

полиакриламид  
указанный шлам  
вода

0,01-5  
0,01-5,5  
остальное

5 при массовом соотношении полиакриламида и указанного шлама от 1:1 до 1:2  
соответственно.

10

15

20

25

30

35

40

45