

УДК 622.276.8: 622.276.64

Использование мелкодисперсного углерода в водных растворах анионных поверхностно-активных веществ в процессах нефтедобычи

The Use of Fine-Dispersed Carbon in Aqueous Solutions of Anionic Surface-Active Substances in the Processes of Oil Production

Я.В. Идогова, аспирант, Э.Ф. Дашкина, аспирант, Уфимский государственный нефтяной технический университет; А.В. Ващенко, магистрант, К.Ю. Прочухан, к. х. н., доцент, Ю.А. Прочухан, д. х. н., профессор, Башкирский государственный университет

Ya. Idogova, E. Dashkina, A. Vashchenko, K. Prochukhan, Yu. Prochukhan

АННОТАЦИЯ

В ходе работы были проведены опыты по определению нефтеотмывания анионного поверхностно-активного вещества и АПАВ с добавлением мелкодисперсного углерода. Показано, что введение угля не снижает нефтеотмывающих характеристик исходного вещества. АПАВ полностью совместим с частицами углерода.

Ключевые слова: нефтехимия, методы повышения нефтеотдачи, поверхностно-активное вещество, мелкодисперсный углерод, нефтеотмывание, нефтехимия.

ABSTRACT

In the course of work were conducted experiments on determination of Nefteotdacha anionic surfactants and ASAS with the addition of fine carbon. It is shown that the introduction of coal does not reduce neftekhmash characteristics of the initial substance. ASAS is fully compatible with particles of carbon.

Keywords: neftekhimiya, EOR methods, a surfactant, finely divided carbon, oil laundering.

Эффективность извлечения нефти из нефтеносных пластов современными промышленно освоенными методами разработки во всех нефтедобывающих странах считается неудовлетворитель-

ной. Средняя конечная нефтеотдача пластов по различным странам и регионам составляет от 25 до 40%, например, в странах Латинской Америки и Юго-Восточной Азии нефтеотдача пластов со-



ставляет 24–27%, в Иране 16–17%, в США, Канаде, Саудовской Аравии 33–37%, в странах СНГ и России – до 40% в зависимости от структуры запасов нефти и применяемых методов разработки [15]. Остаточные или неизвлекаемые промышленно освоенными методами разработки запасы нефти достигают в среднем 55–75% от первоначальных геологических запасов нефти в недрах. В еще более широком диапазоне (30–90%) изменяются остаточные запасы нефти по отдельным разрабатываемым месторождениям в зависимости от сложности строения и условий разработки [5].

Современные геологические запасы нефти во всех известных месторождениях мира достигают более 500 млрд т, из них более 300 млрд т относятся к категории неизвлекаемых современными промышленно освоенными методами разработки. Извлечение из остаточных запасов нефти 10–15% в среднем, или 30–40 млрд т, возможно даже изучаемыми в настоящее время методами увеличения нефтеотдачи пластов [6]. Поэтому остаточные запасы нефти на разрабатываемых месторождениях представляют собой большой резерв для увеличения извлекаемых ресурсов и важную цель для применения методов увеличения нефтеотдачи пластов.

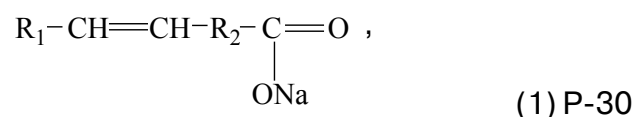
Исследования в области увеличения нефтеотдачи пластов направлены на уменьшение остаточных запасов нефти, на извлечение экономически рентабельной их части, особенно в сложных горно-геологических условиях (малопроницаемые, неоднородные, расчлененные, заводненные пласты, карбонатные коллекторы, нефтегазовые залежи и т.д.), которые освоенными методами разрабатываются неэффективно.

Развитие широко распространенной технологии добычи нефти, такой как

заводнение нефтяной залежи, привело к тому, что на ее базе появилась более совершенная технология получившая название – ASP или «Щелочь – ПАВ – Полимер». Из литературных данных известно, что применение данной технологии приводит к существенному повышению эффективности разработки месторождений нефти и увеличению глубины извлечения запасов. [1, 2]

В этой связи является перспективным создание комплексного реагента в рамках данной технологии.

В качестве объекта исследования ранее было синтезировано анионное поверхностно-активное вещество (АПАВ) с рабочим названием Р-30 (1) и исследованы его свойства [3]. Для производства реагента бралось растительное сырье с содержанием фракции жирных кислот $C_{14} - C_{18}$.



где $R_1, R_2 - C_6 \div C_9$.

В качестве альтернативы полимеру был выбран мелкодисперсный углерод, который выполняет в пласте функцию, аналогичную полимеру, с ростом сорбции на своей поверхности коагулирующего материала и образованием коллоидного раствора, который затормаживает движение воды по наиболее промытой водонасыщенной части пласта. По нашему мнению, данный состав по своим свойствам – это частный случай заводнения «Щелочь – ПАВ – Полимер». В полученное ранее поверхностно-активное вещество вводили мелкодисперсный уголь и изучали его влияние на свойства ПАВа. Реагент с мелкодисперсным углеродом получил название «Дуглерав ИПУ-34».

Реагент «Дуглерав ИПУ-34» предна-



значен для интенсификации процессов добычи нефти путем закачки его в добывающие и нагнетательные скважины. Эффективность применения «Дуглерав ИПУ-34» основана на особенностях механизма взаимодействия реагента как с породой коллектора, так и с пластовыми флюидами (нефть, вода, газ). При взаимодействии реагента с породой коллектора происходит увеличение ее проницаемости и порового объема за счет выноса глинистых и других органических и неорганических частиц с помощью углерода в призабойную зону и далее в систему сбора нефти и газа. При этом осаждающийся на поверхности глинистых и других частиц углерод препятствует их агрегатированию и за счет поддержания высокой дисперсности и меньшего размера частиц исключает их обратное осаждение на скелет породы, обеспечивает их вынос с наибольшей скоростью из обрабатываемой и призабойной зоны пласта в скважину. Наличие поверхностно-активного вещества (ПАВ) в составе реагента обеспечивает увеличение количества смываемых со стенок пор твердых частиц в зоне воздействия реагента и, соответственно, за счет выноса их с пласта дополнительно увеличивает его пористость и проницаемость.

Основным параметром всех ПАВ при нефтедобыче, определяющим моющую способность, является эффективность нефтеотмывания. Различия свойств данных составов определяли по нефтеотмывающим характеристикам.

Экспериментальная часть

Оценка нефтеотмывающей способности растворов ПАВ осуществлялась гравиметрическим методом с использованием подготовленных металлических пластин по следующей методике:

1. В стакан наливается 100 мл нефти.
2. Предварительно подготовленные и

взвешенные на аналитических весах с точностью до 0,0001 г три стальные пластины опускаются в стакан с нефтью так, чтобы пластины были полностью погружены в нефть, и сразу же их достают, дают нефти стечь.

3. Пластины с нанесенной на них нефтью, поочередно взвешиваются на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.
4. Коническую колбу вместительностью 500 см³ помещают 250 см³ водного раствора испытуемого реагента и нагревают на магнитной мешалке до температуры 500 °С, после чего в раствор опускается взвешенная пластина с нанесенной на нее нефтью. Герметично закрытую колбу с погруженной в реагент пластиной помещают на встряхиватель. Через 30 минут выдержки в режиме встряхивания пластину достают из реагента, сушат в течение трех часов на воздухе при комнатной температуре и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Аналогично проводится испытание с двумя оставшимися пластинами.

По следующей формуле определяют отмывные свойства реагента в процентах.

$$\frac{[\Delta m_0 - \Delta m_1]}{\Delta m_0} \times 100\% = A,$$

где A – эффективность реагента в %;
 Δm_0 – масса пластины до отмывания;
 m_1 – масса пластины после отмывания.

По результатам испытаний вычисляется среднеарифметическое значение эффективности отмыва нефти в %.

Обсуждение результатов

Использование ПАВ в нефтепромыслах связано с интенсификацией процесса нефтеотмывания, подразумевающего

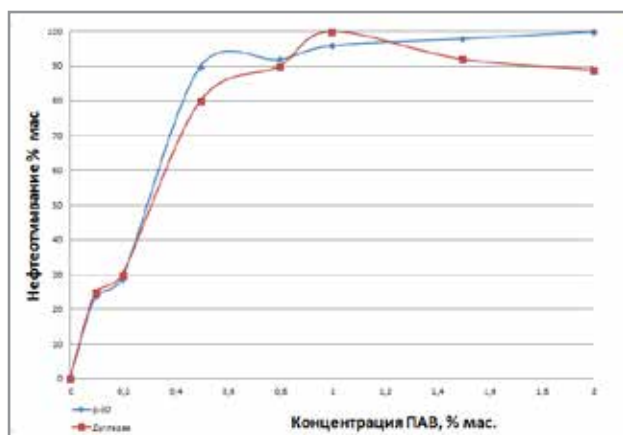


вовлечение маломощных пропластков и пленочной нефти в процесс нефтедобычи. Эти качества ПАВ определяются нефтеотмывающей способностью.

Результаты экспериментальных исследований нефтеотмывающей способности образцов АПАВ Р-30 и «Дуглерав ИПУ-34» приведены в табл. 1. В опытах использовалась средневязкая нефть Таныкской УПН ОАО «Оренбургнефть».

Таблица 1 – Эффективность нефтеотмывания растворов ПАВ в воде

Наименование ПАВ	Концентрация, % мас.						
	0,1	0,2	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0
Р-30	24,0	29,0	90,0	92,0	96,0	98,0	99,0
«Дуглерав ИПУ-34»	25,0	30,0	80,0	90,0	99,0	92,0	90,0



1 – водный раствор АПАВ Р-30

2 – водный раствор АПАВ «Дуглерав ИПУ-34»

Рисунок 1 – Нефтеотмывающая способность водных растворов ПАВ

Наилучшую нефтеотмывающую способность проявляют растворы концентраций 1–2%.

Выводы

1. Мелкодисперсный углерод хорошо совместим с ПАВ и равномерно распределяется по всему объему концентрированной формы реагента.

2. При введении углерода в изученном диапазоне концентраций наблюдаются незначительные изменения нефтеотмывающей способности, поэтому можно заявить, что углерод не оказывает негативного влияния на свойства АПАВ.

3. Введение мелкодисперсного углерода в состав ПАВ существенно увеличивает область применения реагента и делает возможным использование состава «Дуглерав ИПУ-34» в качестве альтернативы технологии «Щелочь – ПАВ – Полимер» при нефтедобыче.

4. Кроме того, реагент не повреждает коллектор, сохраняет и улучшает нефтепроницаемость пластов, способствует созданию дополнительной капиллярной сетки и увеличению размера капилляров (химическая перфорация) призабойной зоны пласта (примерно в 10–100 раз), обеспечивает дебит скважин на уровне потенциально возможного, предотвращает набухание глин, обеспечивает ингибирование осадкообразования. Эффективен при вторичном вскрытии пласта (обеспечивает повышение продуктивности малодебитных нефтяных скважин в 1,9–4 раза), рекомендуется для использования при реанимации законсервированных и забалансных скважин.

5. Готовится на стандартном оборудовании, для обработки пласта используется стандартное оборудование, сокращается время восстановления скважины после обработки (минимизация времени восстановления проницаемости пласта при освоении скважины), ожидаемая продолжительность наблюдаемого эффекта – до четырех лет при разовой обработке. Обеспечивается полная экологическая безопасность, в том числе нефтяного пласта. ■



ЛИТЕРАТУРА

1. Ланге К.Р. Поверхностно-активные вещества. Синтез, свойства, анализ, применение (под науч. ред. Л.П. Зайченко). СПб.: Профессия, 2007. – 240 с.
2. Усманова Л.Р., Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А. Поверхностно-активные вещества для интенсификации процессов нефтедобычи. *Fundamental science and technology – promising developments II. Vol. 1.* – Москва, 2013. С. 196–200.
3. Прочухан К.Ю., Прочухан Ю.А., Пташко О.А., Глуценко В.Н., Кузьмичева Е.О., Дашкина Э.Ф. Разработка экологически безопасных ПАВ и адаптация их к условиям нефтедобывающей промышленности//Развитие науки на современном этапе. – Киев, 2012. – С. 20–25.
4. Неволин Ф.В. Химия и технология синтетических моющих средств. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1971. – с. 423.
5. Разработка нефтяных пластов в поздней стадии/ Н.И. Хисамутдинов, Р.Х. Гильманова, И.В. Владимиров и др. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2004. – Т. 1. – 252 с.
6. Проблемы извлечения остаточной нефти физико-химическими методами/ Н.И. Хисамутдинов, Ш.Ф. Тахаутдинов, А.Г. Телин и др. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2001. – 184 с.