

Осипян Э.С.,

студент магистратуры

2 курс, факультет

«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Тюменский индустриальный университет

Россия, г. Тюмень

Чубаков Е.С.,

студент магистратуры

2 курс, факультет

«Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

Тюменский индустриальный университет

Россия, г. Тюмень

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПАВ НА ПРИМЕРЕ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

***Аннотация:** В статье представлен обзор эффективности технологии ПАВ, исследовалось влияние поверхностно-активных веществ (ПАВ) на смачиваемость поверхности гидрофобного терригенного коллектора (угол смачивания $> 90^{\circ}$) на примере горизонта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения. Осуществлена зависимость концентрации поверхностно-активных веществ (ПАВ) на величину угла избирательного смачивания, а так же на величину капиллярного давления.*

***Ключевые слова:** ОП-10, гидрофилизация коллектора, капиллярное давление, угол избирательного смачивания, межфазное натяжение.*

***Annotation:** The article presents an overview of the effectiveness of surfactant technology, investigated the effect of surface-active substances (surfactants) on the wettability of the surface of a hydrophobic terrigenous reservoir (wetting angle $> 90^{\circ}$) using the example of the АВ₄₋₅ horizon of the Samotlorsky field. The dependence of the*

concentration of surface-active substances (surfactants) on the magnitude of the angle of selective wetting, as well as on the magnitude of capillary pressure.

Keywords: *OP-10, reservoir hydrophilization, capillary pressure, selective wetting angle, interfacial tension.*

Нефтяная отрасль претерпевает существенные трудности по добыче трудно извлекаемых запасов нефти, а именно запасы нефти, удержанные за счет капиллярных сил и пленочного образования. Доля удержанных запасов составляет более 30% от мировой добычи. Добыча такой нефти под силу только воздействию на нее физико-химических процессов, одной из которых являются поверхностно-активные вещества (ПАВ), ввиду своих разнообразных проявлений: понижению межфазного натяжения, гидрофилизации породы, а также вымыванию пленочной нефти.

Представлена технологическая эффективность ПАВ в технологиях увеличения нефтеотдачи пластов в условиях объектов ОАО «Самотлорнефтегаз».

Исследование свойств ПАВ горизонта АВ₄₋₅ состояло из следующих этапов:

- исследование совместимости ПАВ с водами различной минерализации и определение физико-химических показателей реагента ОП-10;
- определение межфазного натяжения на границе «раствор ПАВ – нефть»;
- определение смачиваемости терригенного коллектора растворами ПАВ, а также влияние концентрации ПАВ на величину капиллярного давления.

На первом этапе была произведена совместимость ПАВ и вод, насыщенных в разной степени минерализацией. Для экспериментов подготавливали 1%-ные растворы ПАВ в пресной и минерализованной водах с различной плотностью, достижение требуемой плотности получали путем разбавления пластовой воды пресной. Выдержка приготовленных растворов осуществлялась в течение суток. Продукт является качественным, если при смешивании с водами не возникают осадки, а с продолжительностью времени

раствор не расслаивается.

Определены физико-химические показатели реагента ОП-10, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели реагента ОП-10

Внешний вид при 25 ⁰ С	Помутненная сероватая жидкость
Плотность при 25 ⁰ С, г/см ³	1,108
Динамическая вязкость при 25 ⁰ С, мН·М	52,9
Водородный показатель 1% -го водного раствора	7,89

На втором этапе является определение межфазного натяжения приготовленного раствора на границе с нефтью. Замер межфазного натяжения производился с помощью современного прибора модели SVT 15N (DataPhysics, Германия). Натяжение определялось путем вращающейся капли. Выявленные итоги межфазного натяжения представлены на рисунке 1.

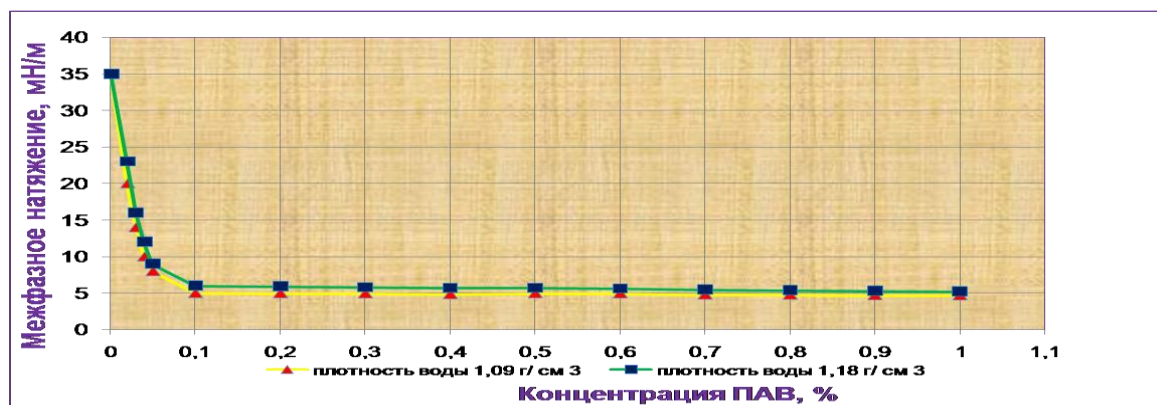


Рисунок 1. Межфазное натяжение на границе нефть-раствор ПАВ ОП-10 (с различной плотностью воды)

Данный график демонстрирует, что в водах всех исследуемых плотностей существует продолжительность эффекта от концентрации ПАВ, т.е. дальнейшее увеличение концентрации более 0,1% не оказывает существенного влияния - наступает ККМ. Следует отметить, что в результате адсорбционных процессов в пласте происходит понижение концентрации ПАВ приготовленного

раствора [1].

На третьем этапе производилось исследование раствора ПАВ на смачиваемость и влиянии концентрации ПАВ на величину капиллярного давления. Такой показатель как смачиваемость играет немалую роль в добыче нефти из коллекторов. Кроме того, остаточная нефтенасыщенность в гидрофобных коллекторах выше, чем в гидрофильных [2]. Ввиду этого, следует воздействовать на поверхность твердой породы - повысить смачиваемость. Оптический измерительный прибор модели ОСА 15 ЕС (DataPhysics, Германия) обеспечивает возможность определения смачиваемости породы. Смачиваемость породы характеризуется измерением краевого угла смачивания на основе сидячей капли. В этом методе каплю тестовой жидкости, помещенную на исследуемую поверхность, с одной стороны освещают источником рассеянного света и с другой стороны наблюдают контур капли. По полученному контуру капли с помощью программного обеспечения за счет вписания контура капли в эллипс вычисляются значения статических краевых углов смачивания.

Таблица 2

Статический краевой угол смачивания образца терригенного коллектора 0,1%-ными растворами ПАВ

Плотность используемой воды, $\rho / \text{см}^3$	Значение краевого угла смачивания
	ОП-10
1,09	68,1
1,18	50,5

Величину капиллярного давления определяли в соответствии с формулой Лапласа, по формуле 1.1

$$P_K = 2\sigma_{\text{нр}} \cdot \cos\theta / r \quad (1.1)$$

где $\sigma_{\text{нр}}$ - межфазное натяжение на границе нефть-раствор, мН/м;

$\cos\theta$ - угол избирательного смачивания;

r – радиус капилляра, мкм.

Результаты исследования занесены в таблицу 3.

Таблица 3.

Результаты измерений капиллярного давления от межфазного натяжения и угла избирательного смачивания (плотность воды 1,09 г/см³).

Межфазное натяжение, мН/м	Концентрация, %	Угол смачивания	Радиус капилляра, мкм	Величина давления, МПа
35,2	0,001	0,8142	25	0,229
32,3	0,02	0,6333	25	0,164
25,2	0,03	0,6333	25	0,128
20,4	0,04	0,6333	25	0,103
9,8	0,05	0,6333	25	0,050
6	0,1	0,4401	25	0,021
5,9	0,2	0,4401	25	0,021
5,88	0,3	0,4401	25	0,021
5,85	0,4	0,4401	25	0,021
5,81	0,5	0,4401	25	0,020
5,80	0,6	0,4401	25	0,020
5,80	0,7	0,4401	25	0,020
5,78	0,8	0,4401	25	0,020
5,78	0,9	0,4401	25	0,020
5,77	1,0	0,4401	25	0,020

По результатам данных строится график зависимости межфазного натяжения и капиллярного давления от концентрации ПАВ.



Рисунок 2. Зависимость межфазного натяжения и капиллярного давления от концентрации ПАВ.

Проанализировав график можно сказать, что при снижении межфазного натяжения одновременно снижается величина капиллярного давления, имеет место быть – прямая зависимость.

Следует отметить, неэффективно реализованная технология заводнения также влияет на эффективность закачки растворов ПАВ, вследствие которой увеличиваются остаточные запасы. Согласно данным лабораторных исследований, а также результатам экспериментов на математических моделях авторами было доказано, что большая часть остаточных запасов скапливается в определенных зонах пласта, ранее называемых «целики» нефти, образованные в результате длительного дренирования и заводнения пластов, а не следствием их нетронутости[3, с. 32].

После выявления зон локализации остаточных запасов, рекомендуется применять реверсивное заводнение. Суть, которой заключается в переключении нагнетательной скважины, находящейся на трассе «добывающая скважина- зона скопления нефти» на режим ФОЖ в течение от 1-2 лет[3, с. 33].

Вычислительные эксперименты доказывают, что после реверса нагнетательной скважины можно получить устойчивый рост дебита нефти и кратное снижение обводненности добывающей скважины[3, с. 34].

Основные выводы по исследуемой технологии:

Реагент ОП-10 является довольно эффективным смачивателем при воздействии на коллектор. Эксперименты доказывают эффективность технологии ПАВ на объекте горизонта АВ₄₋₅ Самотлорского месторождения. Добыча нефти, удержанной капиллярными силами и пленочным образованием, возможна с внедрением поверхностно-активных веществ, которые при воздействии на гидрофобный коллектор улучшили его смачиваемость, т.е. произошла гидрофилизация коллектора, а именно угол избирательного смачивания упал с 120⁰ до 68,1⁰. Кроме того, одновременно понизилась величина межфазного натяжения и капиллярного давления. Таким образом, вся совокупность механизма ПАВ направлена на достижение дополнительной добычи нефти, возможно полного извлечения остаточной нефти.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабалян Г.А., Тумасян А.Б., Леви Б.И. и др. Разработка нефтяных месторождений с применением поверхностно-активных веществ / - М.: Недра, 1983. - 216 с.
2. Сургучев М.Л., Горбунов А.Т., Забродин Д.П. и др. Методы извлечения остаточной нефти // — М.: Недра, 1991. — 347 с.
3. Стрекалов А.В. Математические модели гидравлических систем для управления системами поддержания пластового давления. -Тюмень.: ОАО Тюменский дом печати, 2007. - 664 с.