



УДК 544.03

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ВОЛОКНИСТО-ДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЫ НА КЕРНЕ БОБРИКОВСКОГО ГОРИЗОНТА



STUDY OF THE PROPERTIES OF THE FIBER-DISPERSED SYSTEM ON THE BEAVER HORIZON CORE

Мугатабарова Альбина Акрамовна

кандидат технических наук,
доцент кафедры
«Разработка и эксплуатация газовых
и нефтегазоконденсатных месторождений»,
Уфимский государственный
нефтяной университет,
Mugatabarova@mail.ru

Халиков Ильнар Илдарович

магистрант 2-го года обучения кафедры
«Разработка и эксплуатация газовых
и нефтегазоконденсатных месторождений»,
Уфимский государственный
нефтяной университет

Аннотация. Данная статья посвящена возможности применения волокнисто-дисперсной системы в качестве потокоотклоняющей технологии для увеличения нефтеотдачи пластов. В лаборатории изучены свойства волокнисто-дисперсной системы. Проведен расчёт технологической эффективности технологии волокнисто-дисперсной системы по результатам опытно-промышленных испытаний на одной из площади нефтяного месторождения республики Татарстан. Сделан вывод, что метод волокнисто-дисперсной системы не эффективен.

Ключевые слова: волокнисто-дисперсная система, межфазное натяжение, смачиваемость, образцы керна, увеличение нефтеотдачи, потокоотклоняющие технологии.

Mugatabarova Albina Akramovna

PhD in technical sciences,
Associate Professor of the Department
«Development and exploitation
of gas and oil-gas condensate fields»,
Ufa State Oil University,
Mugatabarova@mail.ru

Khalikov Ilnar Ildarovich

Graduate Student of the 2nd year of training at
the department «Development and operation
of gas and oil-gas condensate fields»,
Ufa State Oil University

Annotation. This article is devoted to the possibility of using fiber-dispersed system as a flow-diversion technology to increase oil recovery. Properties of fibrous-dispersed system are studied in the laboratory. The technological efficiency of the fiber-dispersed system technology has been calculated based on the results of pilot field tests at one of the oil fields of the Republic of Tatarstan. It was concluded that the method of fiber-dispersed system is not efficient.

Keywords: fibrous-dispersed system, interfacial tension, wettability, core samples, oil recovery enhancement, flow-diversion technologies.

Основные нефтяные месторождения России вступили в позднюю стадию разработки, которая характеризуется снижением добычи нефти и увеличением отборов попутно добываемой воды. В этих условиях для поддержания высокого уровня добычи нефти разработаны и разрабатываются новые технологии увеличения нефтеизвлечения, направленные на регулирование внутрипластовых фильтрационных потоков и увеличение охвата пласта заводнением и методы воздействия на продуктивные пласты с различными коллекторскими свойствами.

Потокоотклоняющие технологии наряду с гидродинамическими методами повышения эффективности нефтеизвлечения при разработке неоднородных по проницаемости продуктивных пластов вносят существенный вклад в решение задач по стабилизации и увеличению добычи нефти.

Целью данной работы является изучение свойств волокнисто-дисперсной системы и выявление возможности применения технологии волокнисто-дисперсной системы (ВДС) на площади одного из нефтяных месторождений республики Татарстан.

Величина работы адгезии ВДС к породе продуктивных отложений рассчитана из уравнения Дюпре-Юнга, в котором экспериментальными методами требовалось определить смачиваемость породы и межфазное натяжение между нефтью, отобранной из исследуемого объекта – бобриковского горизонта, и волокнисто-дисперсной системой. Вначале были проведены опыты по измерению межфазного натяжения, а затем – по определению смачиваемости породы на образцах керна, отобранного из девонских отложений.

Лабораторные исследования

Определение межфазного натяжения на границе раздела жидкостей (нефть – ВДС) производилось методом счета капель на сталагмометре в лаборатории петрофизики при комнатной температуре. Перед проведением опытов оборудование калибровалось с применением толуола, гептана, четыреххлористого углерода и керосина. Эксперименты проводились с использованием волокнисто-



дисперсной системы. Были подобраны три образца нефти из терригенных пластов с известными значениями плотности ρ_n и вязкости μ_n .

Для определения числа капель, образуемые при вытекании определенного объема жидкости, пользуются сталагмометром, который представляет собой стеклянную трубку с расширением посередине, заканчивающуюся капилляром. Иногда трубка имеет горизонтальную часть, в которую впаян тонкий капилляр, чтобы замедлить истечение жидкости. Выше и ниже расширения нанесены метки, ограничивающие объем V . Для расчета σ определяют число капель n_0 и n , которые образуют стандартная жидкость (обычно дистиллированная вода) и исследуемая жидкость при вытекании от верхней до нижней метки.

Полученные результаты опытов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Значения межфазного натяжения образцов нефти на границе с ВДС

Образец нефти, месторождение (горизонт)	$\rho_{\text{нефти}}$, г/см ³	$\mu_{\text{нефти}}$, сПз	$\sigma_{\text{нефть-ВДС}}$, мН/м
Бавлинское (пашийский)	0,840	4,94	156,25
Бастрыкское (бобриковский)	0,859	10,60	677,08
Чегодайское (бобриковский)	0,919	127,60	1510,41

Полученные данные использованы для расчёта работы адгезии по уравнению Дюпре-Юнга.

Определение смачиваемости образцов керна проводилось согласно методу определения смачиваемости углеводородсодержащих пород, описанному в ОСТ 39-180-85.

Метод предусматривает определение в лаборатории параметра, выражающего интегральную характеристику смачиваемости пород по данным капиллярного впитывания в образец воды и керосина при атмосферных условиях и в гравитационном поле при центрифугировании.

В результате определения смачиваемости на 24 образцах керна было получено среднее значение смачиваемости $M = 0,87$.

По уравнению Дюпре-Юнга $W_a = \sigma(1 + \cos\theta)$ была рассчитана работа адгезии и величина его составила 0,3–2,9 Па. Следовательно, ВДС обладает высокими структурно-механическими характеристиками [1, 2].

Расчет технологической эффективности

Технология ВДС была опробована на площади нефтяного месторождения. Одним из методов оценки эффективности метода увеличения нефтеотдачи с использованием месячных величин добычи нефти является метод Сазонова. В качестве поясняющего примера вычислений технологического эффекта методом Сазонова, используем участок 24582, в который в мае 2016 года закачали ВДС через нагнетательную скважину 24582. Определены 2 добывающие скважины (2837, 2845), реагирующие на закачку в скважину 24582.

Согласно методу Сазонова накопленная добыча нефти определяется по формуле:

$$Q_n = A + B \cdot \ln Q_{ж}$$

где Q_n – накопленная добыча нефти с даты начала отсчета мероприятия, т; $Q_{ж}$ – накопленная добыча жидкости с даты начала отсчета мероприятия, т; A, B – коэффициенты, определяемые по методу наименьших квадратов.

По данному методу были исследованы 5 нагнетательных скважин и 12 реагирующих скважин.

На рисунке 1 представлен график зависимости накопленной добычи нефти от логарифма накопленной добычи жидкости на скважине № 2837.

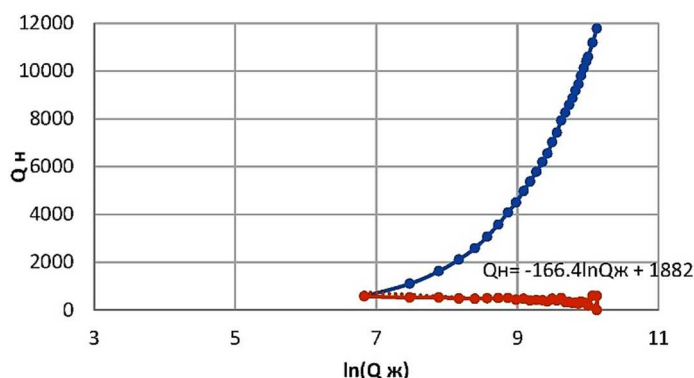


Рисунок 1 – График зависимости накопленной добычи нефти от логарифма накопленной добычи жидкости скважины № 2837



После проведения линии тренда уравнение принимает вид:

$$Q_n = -166,41 \cdot \ln Q_{ж} + 1882.$$

Данное уравнение дает значение коэффициентов модели А и В:

$$A = 1882, B = -166,41.$$

Получим накопленную добычу нефти на 01.2016г.:

$$Q_n = -166,41 \cdot 6,83 + 1882 = 745,634 \text{ (т)}.$$

Аналогично рассчитываем накопленную добычу нефти за каждый месяц для скважины № 2837 (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты подсчета дополнительной добычи от применения ВДС на скважине № 2837

Дата	Общая добыча		Q _ж	lnQ _ж	Q _н	Добыча нефти за месяц	Накопленная добыча нефти
	нефти, т	жидкости, м ³					
Январь 2016	576	924	924	6,829	576	576	745,634
Февраль 2016	1096,8	1755,6	1755,6	7,471	1096,8	520,8	638,823
Март 2016	1624,8	2655,6	2655,6	7,884	1624,8	528	569,953
Апрель 2016	2107,8	3525,6	3525,6	8,168	2107,8	483	522,795
Май 2016	2582,1	4424,6	4424,6	8,395	2582,1	474,3	484,999
Июнь 2016	3074,1	5279,6	5279,6	8,572	3074,1	492	455,599
Июль 2016	3576,3	6175,5	6175,5	8,728	3576,3	502,2	429,516
Август 2016	4075,4	7074,5	7074,5	8,864	4075,4	499,1	406,900
Сентябрь 2016	4504,4	7944,5	7944,5	8,980	4504,4	429	387,599

Посчитаем суммарную добычу нефти за 4 месяцев после проведения мероприятия на скважине № 2837:

$$Q_{н4} = 1679,614 \text{ т}.$$

До проведения мероприятия за 4 месяца суммарная добыча нефти составляла:

$$Q_{н4} = 2,477,205 \text{ т}.$$

Итак, суммарная добыча нефти за 4 месяца до проведения мероприятия составила 2,477,205 т, а после проведения мероприятия за аналогичный промежуток времени составила 1679,614 т. Можно сделать вывод о том, что изучаемый метод на данной скважине является неэффективным.

Изменение приемистости нагнетательной скважины № 24582 показано на рисунке 2. Результаты добычи нефти до и после мероприятия по внедрению ВДС на различных скважинах площади представлены в таблице 3. Увеличение добычи нефти наблюдалось только для двух из 12-ти добывающих скважин.

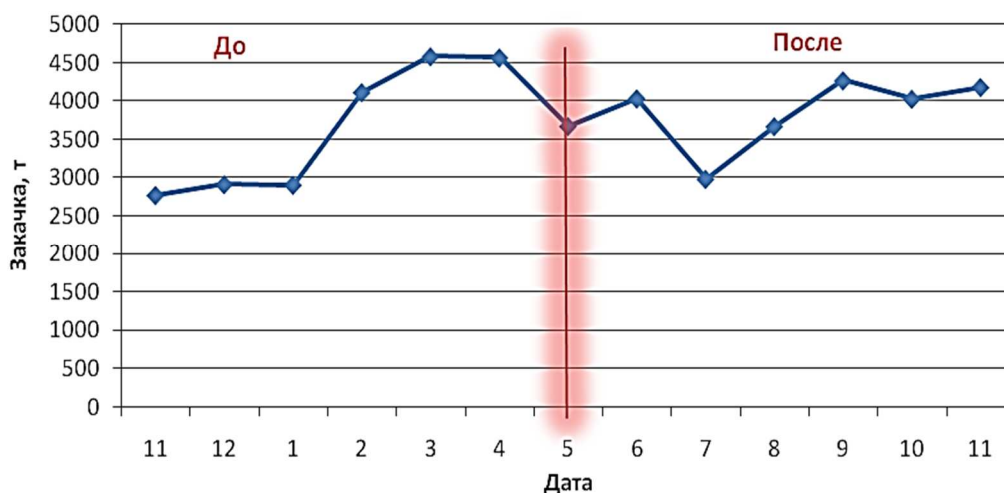


Рисунок 2 – График изменения приемистости нагнетательной скважины № 24582



Таблица 3 – Результаты добычи нефти до и после мероприятия

Нагнетательные скв., №	Добывающие скв., №	Добыча нефти ДО, т	Добыча нефти ПОСЛЕ, т	Эффект, неэффективность
24582	2837	2,477,205	1679,614	неэффект
	2845	1483,83	1234,65	неэффект
4706	4207	191,9806	160,6425	неэффект
	17167	1931,386	1747,024	неэффект
	2534	2794,822	2686,843	неэффект
17170	17171	81,381	87,705	эффект
	2797	179,79	165,77	неэффект
4206	4207	191,9806	160,6425	неэффект
	17167	1931,386	160,6425	неэффект
	2534	2794,822	2686,843	неэффект
3019	2936	994,147	1015,24	эффект
	2938	1616,855	1461,662	неэффект

Выводы

1. Определено межфазное натяжение образцов нефти на границе с волокнисто-дисперсной системой методом счета капель на сталагмометре. Определены показатели смачиваемости на образцах керна горной породы согласно отраслевому стандарту ОСТ 39-180-85. Рассчитана величина работы адгезии волокнисто-дисперсной системы к породе пласта. Полученные данные показали, что ВДС обладает высокими структурно-механическими характеристиками, а именно, адгезия к породе пласта составляет 0,3–2,9 Па. Указанные характеристики обеспечивают стойкость системы в пластовых условиях в течение длительного времени.

2. Для определения эффективности применения данного метода были рассмотрены 5 нагнетательных скважин и 12 добывающих скважин. Рассчитан объём дополнительно добытой нефти методом Сазонова. Полученные результаты опытно-промысловых работ позволяют отказаться от рекомендаций по применению волокнисто-дисперсной системы на других участках площади рассмотренного месторождения.

Литература

1. Повышение фильтрационного сопротивления промытых интервалов коллектора с использованием волокнисто-дисперсной системы / И.И. Халиков, А.А. Мугатабарова // Материалы 69-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ. – Издательство УГНТУ, 2018. – С. 175.
 2. Использование волокнисто-дисперсной системы для повышения сопротивления промытых участков коллектора / И.И. Халиков, А.А. Мугатабарова // Тезисы докладов X Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию первого декана математического факультета БашГУ З.И. Биглова. – РИЦ БашГУ, 2018. – С. 117.

References

1. Increase of filtration resistance of the washed intervals of the collector with use of the fiber-dispersed system / I.I. Khalikov, A.A. Mugatabarova // Materials of 69th scientific-technical conference of students, post-graduates and young scientists of USTU. – USTU Publishing House, 2018. – P. 175.
 2. Use of fibrous-disperse system for increase of resistance of the washed areas of the collector / I.I. Khalikov, A.A. Mugatabarova // Abstracts of X International school-conference of students, post-graduate students and young scientists devoted to the 100th anniversary of the first dean of BashSU mathematical faculty Z.I. Biglov. – BashSU RIC, 2018. – P. 117.