

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ИЗ МОДЕЛЕЙ НЕФТЯНЫХ ПЛАСТОВ УГЛЕКИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫМ ЗАВОДНЕНИЕМ

Голубев В.Г., Колесников А.С., Садырбаева А.С., Джусенов А.У., Туребекова А.М., Байботаева С.Е., Касимова Ж.Ж., Ивашкова А.А.

Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова (160012, РК, г.Шымкент, пр. Тауке-хана, 5), e-mail Golubev_50@mail.ru

В настоящей статье приведены исследования по определению коэффициента вытеснения нефти из моделей нефтяных пластов методом углекислотно-щелочного заводнения. Исследования по эффективности вытеснения из моделей нефтяных пластов нефти углекислотно-щелочным заводнением проводили по разработанной методике на экспериментальной установке. Объектом исследований были приняты модели нефтяных пластов, соответствующих данным геологических параметров структуры нефтяных коллекторов месторождений Акшабулак и Жанажол. Модели нефтяного пласта были представлены в виде трубки из нержавеющей стали длиной 150 см и внутренним диаметром 50 мм, на которую установлены искусственно приготовленные керны нефтяных пластов длиной 100 см.

Эксперименты проводили в условиях максимально приближенным к пластовым месторождениям Жанажол и Акшабулак

По результатам проведенных экспериментов было установлено, что коэффициент извлечения нефти из модели элемента нефтяного пласта месторождения Жанажол при соблюдении оптимальных условий составляет 0,91- 0,923%, а для месторождения Акшабулак коэффициент извлечения нефти в оптимальных условиях составляет 0,83-0,86%.

Ключевые слова: модель нефтяных пластов, вытеснение нефти, заводнение, коэффициент извлечения нефти, месторождение Жанажол и Акшабулак

STUDIES TO DETERMINE THE RATIO OF OIL DISPLACEMENT FROM MODELS OF OIL RESERVOIRS UGLEKISLOTNO-ALKALINE FLOODING

Golubev V.G., Kolesnikov A.S., Sadyrbayeva A.S., Dzhusenov A.U., Turebekova A.M., Baibotaeva S.E., Kasimova Zh. Zh., Ivashkova A.A.

The Southern Kazakhstan state university of M. Auezov (160012, RK, Shymkent, Tauke-hana Ave., 5), e-mail Golubev_50@mail.ru

In this paper, we present studies on determination of oil displacement factor model of oil reservoir method uglekislotno-alkaline flooding. Studies on the efficiency of displacement from models of oil reservoirs oil uglekislotno-alkaline flooding was carried out according to the developed methodology in a pilot plant. The object of the study were accepted models of oil reservoirs, relevant geological data of the structure and properties of oil reservoirs Akshabulak and Zhanazhol. Model of oil reservoir were presented in the form of a stainless steel tube with a length of 150 cm and an internal diameter of 50 mm, on which an artificially prepared cores oil reservoir length 100 cm.

The experiments were carried out in conditions as close as possible to in-place Zhanazhol fields and the Akshabulak.

According to the results of the experiments it was found that the oil recovery factor from the model element oil reservoir the Zhanazhol field when conditions are optimal is 0.91 - 0,923% and for deposits of the Akshabulak oil recovery factor in optimal conditions 0.83-0.86% to.

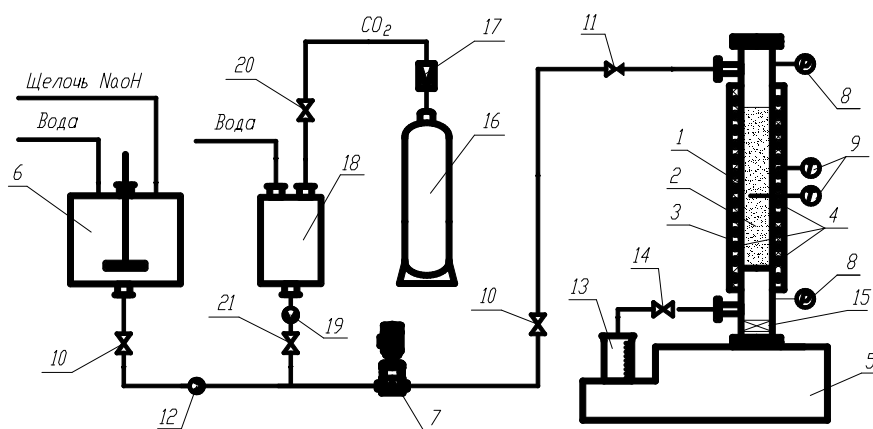
Keywords: model of oil reservoir, oil displacement, flooding, oil recovery factor, Zhanazhol Deposit and the Akshabulak

Современные способы разработки нефтяных месторождений позволяют извлекать из пласта не более половины геологических запасов нефти [1-5].

Одной из главных причин относительно низкой конечной нефтеотдачи является сложное строение и неоднородность пород-коллекторов по проницаемости, что обуславливает ускоренное обводнение продукции скважин и низкую выработку малопроницаемых пластов.

Наиболее низкие коэффициенты конечной нефтеотдачи пластов наблюдаются в водонефтяных зонах, в зонах пласта с развитой неоднородностью и при высокой вязкости нефти [6-8].

Таким образом, нами поставлена задача исследования эффективности вытеснения нефти из моделей нефтяных пластов углекислотно-щелочным заводнением на экспериментальной установке, схема которой представлена на рисунке 1 по разработанной методике.



1- Труба $D_y=50$ мм; 2 - Модель нефтяного пласта; 3 - Теплоизоляция; 4- Электроподогреватель; 5- Емкость сбора вытесненной нефти; 6- Емкость для приготовления вытесняющего раствора; 7- Насос высокого давления; 8- Манометр; 9- Термопара; 10- Вентиль для регулирования подачи вытесняющего раствора; 11- Обратный клапан; 12- Расходомер; 13- Мерный цилиндр; 14- Вентиль подачи вытесненной нефти в мерный цилиндр; 15- Вентиль подачи вытесненной нефти в емкость поз. 5; 16- Баллон с CO_2 ; 17- Клапан редуционный; 18- Емкость приготовления карбонизированного раствора; 19-Расходомер; 20- Вентиль регулировки подачи CO_2 ; 21-Вентиль подачи карбонизированного раствора

Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки для проведения исследований процесса вытеснения нефти растворами НПАВ на основе щелочных составляющих

Экспериментальная установка состоит из следующих основных узлов: емкости с мешалкой для приготовления щелочного раствора, поз. 6; трубы поз. 1, в которой установлена модель элемента нефтяного пласта, поз. 2; емкости для сбора вытесненной нефти поз. 5; емкости для приготовления карбонизированного раствора, поз. 18 и линии подачи вытесняющих растворов в модель элемента нефтяного пласта.

Подача вытесняющих растворов в модель элемента пласта осуществляется с помощью насоса высокого давления поз. 7. Расход вытесняющих растворов регулируется вентилями поз. 10 и поз. 21 по показаниям расходомеров поз. 12 и поз. 19. Для предотвращения сброса давления на линии подачи вытесняющих растворов установлен обратный клапан поз. 11. Воду и щелочь для приготовления щелочного раствора загружают в емкость, поз. 6, откуда после усреднения подают во всасывающую линию насоса поз. 7. Приготовление карбонизированного раствора осуществляют в емкости поз. 18. Для этого в емкость поз. 18, загружают воду, которую затем насыщают газообразным CO_2 из баллона поз. 16. Необходимое давление CO_2 в емкости поз. 18, поддерживают редукционным клапаном поз. 17, расход CO_2 , регулируют вентилем поз. 20. Для поддержания заданного температурного режима в модели элемента нефтяного пласта поз. 2, на трубе поз. 1, установлен электроподогреватель поз. 4. Труба поз. 3, теплоизолирована. Количество выделенной нефти определяли по объему заполнения мерного цилиндра поз. 13. Основное технологическое звено экспериментальной установки – модель элемента нефтяного пласта, поз.2.

Модель элемента нефтяного пласта представляет собой трубку, из нержавеющей стали длиной 150 см и внутренним диаметром 50 мм, на которую установлены искусственно приготовленные керны нефтяных пластов длиной 100 см.

Для этого, трубка заполняется кварцевым песчаником фракции 0,1 мм. С целью регулирования проницаемости пористой среды в опытах использовали маршалит (пылевидный кварц).

В качестве объекта исследований использовались модели нефтяных пластов соответствующих данным геологических параметров структуры нефтяных коллекторов месторождений Жанажол и Акшабулак, представленных в таблице 1.

Агентами воздействия на пласт служили:

- водные растворы NaOH , с концентрацией 0,4 % масс., в пластовой воде месторождений Жанажол и Акшабулак;
- карбонизированные растворы, с концентрацией CO_2 4,0 % масс., в пластовой воде месторождений Жанажол и Акшабулак.

Механизм действия метода вытеснения нефти из моделей нефтяных пластов углекислотно-щелочным заводнением заключается в том, что вначале в модель пласта

закачивается оторочка щелочного раствора, которая проталкивается буферной жидкостью, за которой в последствии закачивается карбонизированный раствор.

Таблица 1 – Фильтрационно-емкостные характеристики образцов керна

№ п.п	Характеристика	Образец керна месторождения Жанажол	Образец керна месторождения Акшабулак
1	Тип коллектора	поровый и порово-каверново-трещинные, представленные карбо-натными породами	поровый, представленный слабо цементированными гравелитами, и алевролитами
2	Длина, см	100	100
3	Диаметр, см	50	50
4	Открытая пористость, %	9,5- 12,6	11,2-20
5	Проницаемость, мкм ²	0,061-0,395	0,0028-0,03
6	Коэффициент нефтенасыщенности	0,82-0,89	0,51-0,61-0,75

Вытесняемые нефть и вода движутся впереди оторочки щелочного раствора, образуя так называемый водонефтяной вал.

Нефтенасыщенность в зоне его движения зависит от свойств коллектора и насыщающих жидкостей, свойств и размеров щелочных растворов оторочки и не зависит от начальной нефтенасыщенности.

Эксперименты проводили по следующей методике: в модель нефтяного пласта рисунок 1, содержащую нефть и связанную воду (в среднем соответственно 82% и 18% объема пор), закачивали оторочку щелочного раствора с концентрацией NaOH 0,4 % масс, размером 30% объема пор, как принято в практике применения щелочной оторочки.

Затем закачивали буферную жидкость (15-20% объема пор) для защиты оторочки от контакта с карбонизированной водой.

Буферная жидкость представляла водный раствор кальцинированной соды Na₂CO₃.

Исключение контакта карбонизированного раствора с оторочкой щелочного раствора, благодаря буферному раствору, позволит предотвратить потери CO₂ в результате химического взаимодействия карбонизированного раствора со щелочью.

Эксперименты проводили в условиях максимально приближенным к пластовым месторождений Жанажол и Акшабулак.

Так, температуру поддерживали в пределах 70 °С, что соответствует средней пластовой температуре данных месторождений, давление в модели пласта поддерживали в пределах 37,5-39,6 МПа, при вытеснении нефти месторождения Жанажол и 20,0 МПа при вытеснении нефти месторождения Акшабулак.

Результаты проведенных исследований приведены на рисунке 2.

Как видно из результатов проведенных исследований, приведенных на рисунке. 2, применение комбинированного метода вытеснения нефти из моделей нефтяных пластов

углекислотно-щелочным заводнением позволяет повысить коэффициент вытеснения нефти месторождения Жанажол до 0,923 (92,3%) и нефти месторождения Акшабулак до 0,866 (86,6%).

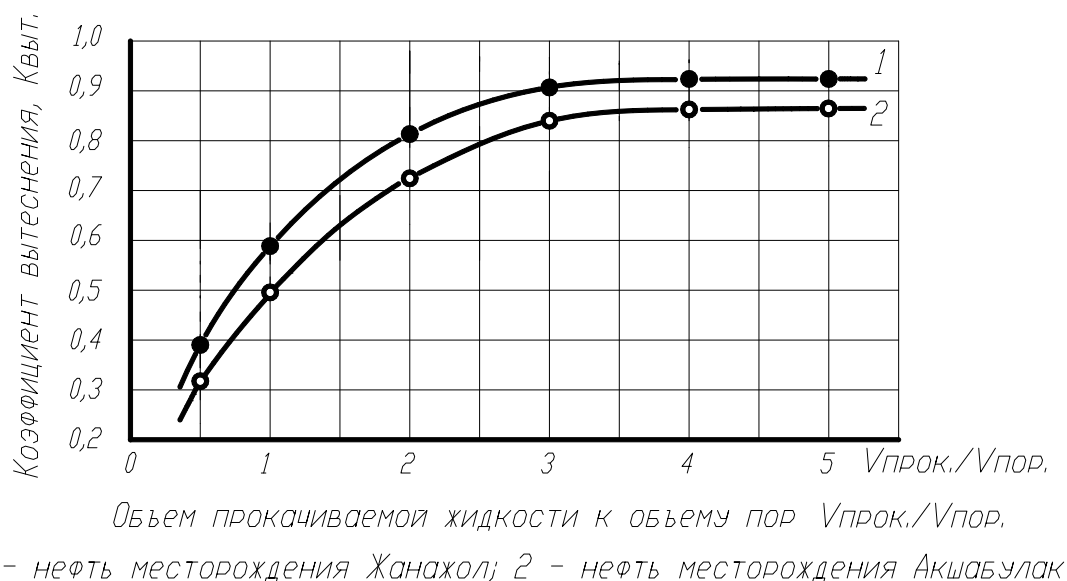


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента вытеснения нефти ($K_{\text{выт.}}$) из моделей элементов нефтяных пластов месторождений Жанажол и Акшабулак щелочной оторочкой с последующим довытеснением остаточной нефти карбонизированным раствором от объема прокачиваемого карбонизированного раствора/

Результаты экспериментов показывают, что коэффициент вытеснения нефти $K_{\text{выт.}}$ зависит от объема прокачиваемого карбонизированного раствора. При этом основной объем нефти вытесняется при соотношении $V_{\text{прок.}}/V_{\text{пор.}} = 3,0$.

Дальнейшее увеличение объема прокачиваемого карбонизированного раствора, $V_{\text{прок.}}/V_{\text{пор.}}$ от 3,0 до 5,0, практически не влияет на количество вытесненной нефти.

Повышение коэффициентов вытеснения нефти методом углекислотно-щелочного заводнения моделей нефтяных пластов, связано с его механизмом воздействия на нефтяной пласт.

Основной объем вытесненной нефти происходит при закачке в пласт щелочной оторочки, как следует из результатов экспериментов, это составляет - 66,5÷72,8%, для нефти месторождения Акшабулак и Жанажол, соответственно.

Оставшееся количество нефти, от 27 до 34%, содержащееся в не охваченных щелочным заводнением в слабопроницаемых слоях и пропластках, довытесняется карбонизированной водой.

Заводнение карбонизированной водой, в условиях проведенного эксперимента, дает возможность дополнительно извлечь до 20% нефти, по отношению к начальной

нефтенасыщенности или 51 - 68% от остаточной нефтенасыщенности, после щелочного заводнения.

Сравнивая результаты исследований, зависимости коэффициента извлечения нефти из моделей элементов нефтяных пластов месторождений Жанажол и Акшабулак методом углекислотно-щелочного заводнения можно отметить незначительную разницу в значениях коэффициента извлечения.

Коэффициент извлечения нефти из модели элемента нефтяного пласта месторождения Жанажол при соблюдении оптимальных условий составляет 0,91- 0,923%.

Для месторождения Ашабулак коэффициент извлечения нефти в оптимальных условиях составляет 0,83-0,86%.

Различие можно объяснить составом исследуемых нефтей и геологическими параметрами структуры нефтяных коллекторов месторождений Жанажол и Акшабулак, которыми руководствовались при изготовлении образцов искусственного кернового материала.

Анализируя полученные результаты исследований можно заключить, что степень извлечения нефти зависит от ее физико-химических свойств и геологических параметров структуры нефтяных коллекторов.

Проведенные исследования с использованием нефтей различающихся составами и структурой нефтяных коллекторов показали перспективность применения метода углекислотно-щелочного заводнения, что является основанием для проведения дальнейших исследований с целью уточнения технологических параметров и разработки технологии с выдачей рекомендаций для проведения опытно-промышленных испытаний с последующим внедрением на нефтяных месторождениях Казахстана.

Список используемой литературы

1. Абасов М.Т., Горбунов А.Т. Изабакаров М. и др. Основы газощелочного заводнения нефтяных пластов. В сборнике “Исследования по повышению эффективности нефтеизвлечения”. Москва, 2009 г. 124 с.
2. Алтунина Л.К., Кувшинов В.А., Физико-химические методы увеличения нефтеотдачи пластов нефтяных месторождений // Успехи химии, 76 (10) 2007. - 36 с.
3. Бойко В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений. Москва «Недра», 1990г.
4. Дроздов Н.А. Исследование фильтрационных характеристик при вытеснении нефти водогазовыми смесями и разработка технологических схем насосно-эжекторных систем для водогазового воздействия на пласт. Автореферат дис...канд. тех. наук. 25.00.17. Москва, 2012 г. 29 с.

5. Ленченкова Л. Е. Повышение нефтеотдачи пластов физико-химическими методами, М.: , Недра, 1998, стр.12.
6. Михайлов Н.Н. Остаточное нефтенасыщение разрабатываемых пластов. - М.: Недра, 1992. - 270 с.: ил.
7. Мищенко И. Т., Кондратюк А.Т. Особенности разработки нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами. - М.: Нефть и газ, 1996, -190 с.
8. Юркив Н.И. Механизм вытеснения нефти из пористой среды. Нефтяное хозяйство, 1994.- №6. - С. 36-40.