



УДК 622

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫТЕСНЕНИЯ НЕФТИ ГАЗОМ И ВОДОГАЗОВЫМИ СМЕСЯМИ В ОДНОРОДНОЙ И СЛОИСТО-НЕОДНОРОДНОЙ СРЕДАХ

STUDY ON GAS AND GAS-AND-WATER OIL DISPLACEMENT USING VARIOUS VERSION WATER-GAS BLENDS IN HOMOGENEOUS AND HETEROGENEOUS POROUS MEDIUM

Гаджиев Алиабас Алипаша

кандидат технических наук,
заместитель начальника отдела
проектирования разработки на пласт
и призабойную зону скважины,
Научно-исследовательский
и проектный институт Нефтегаз,
Государственная нефтяная компания
Азербайджанской Республики (SOCAR)
aliabas.haciyev@socar.az

Шафиев Турал Халиг

начальник отдела управления рисками,
управление «Газ Транспорт»,
Государственная нефтяная компания
Азербайджанской Республики (SOCAR)
tural.shafiyev@socar.az

Аннотация. В последнее время с целью повышения нефтеотдачи пластов широко используются методы заводнения. Но на месторождениях со сложной геологической структурой и высоковязкой нефтью применение этого метода не всегда дает ожидаемый результат. С другой стороны, рабочие агенты, закачиваемые в пласты с целью вытеснения остаточной нефти, двигаясь в высокопроницаемых зонах, достигают добывающих скважин, что приводит к их преждевременному обводнению. При этом, нефтеносные зоны с низкой проницаемостью остаются в стороне от разработки. В настоящей статье изложены результаты лабораторных исследований по вытеснению нефти воздухом, водогазовыми смесями, раствором ПАВ с газом через однородную и неоднородную пористые среды в условиях различного положения залегания пласта с пропластками. Экспериментальные исследования направлены на обеспечение максимального проникновения закачиваемого рабочего агента как в высокопроницаемые, так и низкопроницаемые зоны с целью повышения извлечения остаточной нефти.

Ключевые слова: модель пласта, однородная пористая среда, неоднородная пористая среда, коэффициент вытеснения, низкая проницаемость, водогазовая смесь.

Gadzhiev Aliabas Alipasha

Candidate of Technical Sciences,
Deputy Chief of Department
of design of development on layer
and a bottomhole zone of the well,
Research and Neftegaz design institute,
State Oil Company
of Azerbaijan Republic (SOCAR)
aliabas.haciyev@socar.az

Shafiyev Tural Halig

Head of Department of risk management,
Management «Gas Transport»,
State Oil Company
of Azerbaijan Republic (SOCAR)
tural.shafiyev@socar.az

Annotation. Flooding is presently the most commonly used EOR method. However, in fields with complicated geological structure and high-viscosity oil this method does not always produce the expected result.

On the other hand, worker agents injected into the formation for residual oil displacement, moving along highly permeable sections penetrate the producer wells. This leads to premature flooding and low permeability oil-bearing zones remain aloof from development. This eventually leads to a decrease in oil production. Therefore we need to ensure the injected working fluid penetration into the high permeability as well as low permeability zones and extracting the residual oil to the maximum extent.

With this purpose this article presents test results obtained under laboratory conditions at different bedding of homogeneous and heterogeneous porous medium with air displacement interlayers, as well as by injecting water and air through various porous media at a regular form (batching) with water-gas, SAA-gas mixtures in various options.

Keywords: reservoir model, a homogeneous porous medium, heterogeneous porous medium, oil displacement efficiency, low permeability, water-gas mixture.

Одним из способов повышения нефтеотдачи является воздействие на пласты воздушными и водо-газовыми смесями.

Впервые закачка газа в пласты была применена в 1911 г. в США, а в СССР – на промыслах Грозного, где был получен положительный результат. Вытеснение нефти газом или воздухом в американской литературе называется способом Мариэтта [1].



На нефтяных месторождениях Апшеронского полуострова Азербайджана впервые закачка сжатого воздуха начала производиться с 1928-го года [2]. В дальнейшем по причине выхода закачанного газа из добывающих скважин в виде грифонов и невозможности его регулирования процесс был приостановлен.

В 1930–1968 г.г. с перерывами на месторождении Сураханы также осуществлялась закачка сжатого газа, в результате чего наблюдалось увеличение суточной добычи на 35–40, в отдельных скважинах на 150–200 % [3, 4].

Результаты проведенных исследований показали, что продолжительность эффективности закачки в пласт сжатого газа составляет не более 4-5 лет. Наличие в составе нефти тяжелых компонентов сокращает этот период до 1,5–2 лет. Основной причиной этого является неоднородность пластовых пород и протекание в пластах различных физико-химических процессов, в результате которых в пласте создаются условия для неравномерного движения сжатого воздуха и невозможности его регулирования [4].

Проведенные исследования показали, что повышение коэффициента нефтеотдачи закачкой в пласт воздуха или газа в зависимости от залегания пласта составляет 5–20 % [1,4]. Были проведены лабораторно-экспериментальные работы по определению влияния этого процесса на коэффициент вытеснения в зависимости от условий залегания пласта.

Экспериментальные исследования были проведены на специально собранной установке основным узлом которой является линейная модель с пористой средой.

После определения объема модели пласта она заполнялась кварцевым песком фракции 0,25 мм. Объем заполненного песка составил 737 см³, а поровый объем модели – 267,8 см³, проницаемость по воде составила 3,64 мкм². Далее модель пласта насыщалась нефтью. Расчеты показали, что начальная нефтенасыщенность пластовой модели составила 80 %, а содержание остаточной воды 20 %.

В соответствии с этими требованиями, все модели пласта были подготовлены к проведению основных экспериментальных исследований.

Экспериментальные исследования по увеличению нефтеотдачи пласта закачиванием водогазовой смеси проводились М.А. Гейманом в 1950-м году [5].

На месторождении «Бибиэйбат» Азербайджана с целью увеличения нефтеотдачи пластов под руководством академика А.Х. Мирзаджанзаде в 1988–1989 г.г. была произведена закачка водовоздушной смеси и получено 1640 тон дополнительной нефти [5, 6].

В 1996–2005 г.г. в результате воздействия водовоздушной смесью на Кирмакинской свите месторождения «Бинагады», в 1998–2010 г.г. на IVcde и V горизонтах месторождения «Балаханы-Сабунчи-Раманы» было дополнительно добыто более 17500 т нефти [4, 7].

Таким образом, проводимые до настоящего времени многочисленные исследования по повышению нефтеотдачи пластов закачкой водогазовой смеси показали значимость внедрения этих методов [3, 7].

Учитывая это, экспериментальные исследования по вытеснению нефти из пористой среды водогазовой смесью были продолжены в нескольких вариантах.

Экспериментально было изучено вытеснение нефти поочередной (порционной) закачкой газа и воды в однородные и слоисто-неоднородные среды. Результаты приведены на рисунке 1. Как видно из кривых на рисунке, значения коэффициента вытеснения для однородной среды выше, чем для неоднородной. С другой стороны, воздух, закачиваемый в пористую среду, закупоривает поры, создавая препятствие для продвижения закачиваемой вслед воде. Закачка порций воздух-вода-воздух создает возможность значительного вытеснения нефти из пор при незначительном расходе рабочего агента.

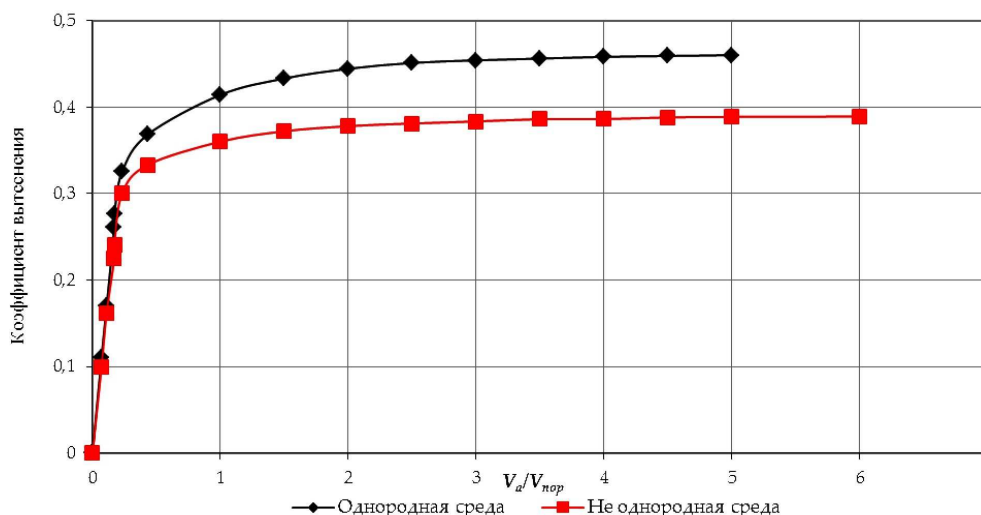


Рисунок 1 – Вытеснение нефти порциями воды и газа из однородной и слоисто-неоднородной пористой среды



Для исследования вытеснения нефти из однородной и слоисто-неоднородной среды водогазовой смесью были созданы пористые среды в указанном выше составе. При проведении исследований все условия сохранялись постоянными. Полученные результаты приведены на графиках рисунков 2 и 3. Как видно из них, при вытеснении нефти из однородной и неоднородной сред водогазовой смесью значение конечного коэффициента вытеснения соответственно составил 0,624 и 0,5895. При вытеснении же нефти из этих же моделей смесью раствора ПАВ с газом, конечный коэффициент вытеснения составил 0,776 и 0,732. При вытеснении нефти водогазовой смесью, коэффициент вытеснения достигает большего значения по сравнению с предыдущим вариантом. Это можно объяснить проникновением смеси как в высокопроницаемые, так и в низкопроницаемые зоны за счет ее аэрации.

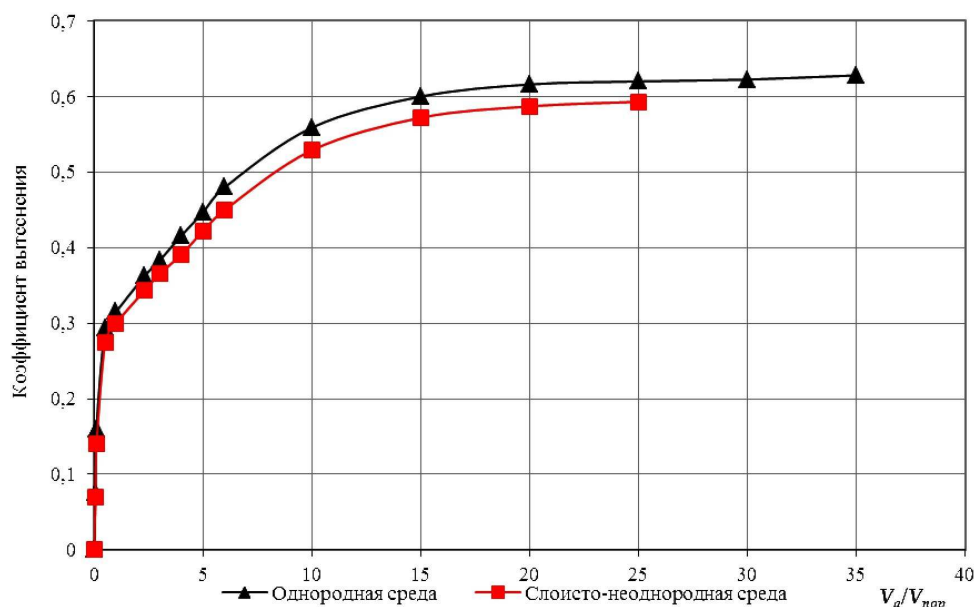


Рисунок 2 – Вытеснение нефти водогазовой смесью из однородной и слоисто-неоднородной пористой среды

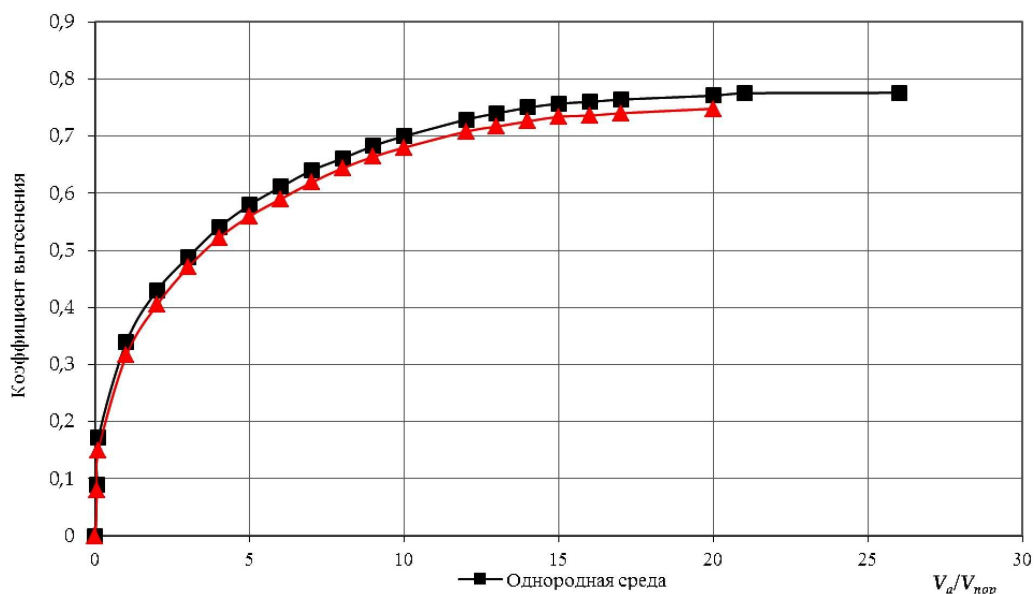


Рисунок 3 – Вытеснение нефти водогазовой смесью с добавлением ПАВ из однородной и слоисто-неоднородной пористой среды

При вытеснении нефти смесью раствора ПАВ с газом увеличение коэффициента вытеснения по сравнению с водогазовой смесью, объясняется лучшей вымывающей способностью раствора ПАВ по сравнению с обычной водой, что обеспечивает вымывание нефти как из высокопроницаемых, так и низкопроницаемых пор. Использовался 0,5 %-ный раствор сульфанола в пресной воде, который снижает поверхностное натяжение на границе с нефтью до 0,01 мН/м.

В реальных условиях в результате отделения воды от газа за счет гравитации и соотношения вязкости нефти и воды, эффект вытеснения нефти водогазовой смесью и охват неоднородного пла-



ста воздействием может уменьшиться на 10–20 %. Поэтому, оптимальное соотношение закачиваемых в пласт воды и газа должно соответствовать соотношению мелких и крупных пор коллектора [6–7]. В этом случае возможно достаточное увеличение коэффициента воздействия в результате водогазового воздействия.

Выводы

- При вытеснении нефти порциями воды и газа коэффициент нефтевытеснения в однородной среде больше, чем в слоисто-неоднородной на 7,1 %.
- При вытеснении нефти смесью раствора ПАВ с газом, коэффициент нефтевытеснения в однородной пористой среде выше на 15,2 %, а в слоисто-неоднородной среде на 14,3 чем в случае вытеснения водогазовой смесью.
- При вытеснении нефти из пористой среды смесью раствора ПАВ с газом, коэффициент вытеснения выше, чем с другими вытесняющими агентами.

Литература:

1. Сургучев М.Л. Вторичные и третичные методы увеличения нефтеотдачи пластов. – М. : Недра, 1985. – 308 с.
2. Saracov T.H., Əhmədov E.Ə., Ağa-zadə E.H. Qala yatağında laylara sıxılmış hava vurulmasının yekunları və onun gələcək perspektivi haqqında. «Respublika neft sənayesinin problemlərinin həlli yolları» AzNQSDETLİ-nin elmi əsərlər toplusu, Bakı, 1997, s. 115–118.
3. Зацепин В.В., Максutow Р.А. Современное состояние промышленного применения технологий водогазового воздействия // Нефтепромысловое дело. – 2009. – № 7. – С. 13–14.
4. Багиров М.К., Мамедов Т.М. Повышение нефтеотдачи пласта с применением микропенных систем. – Баку : Сабах, 2001. – 280 с.
5. Гейман М.А. Экспериментальное обоснования методов вторичной эксплуатации нефтяных месторождений / Тр. Института Нефти СССР. – 1950. – Т. 1. – Вып. 2. – С. 129–153.
6. Мирзаджанзаде А.Х., Аметов И.М., Салаватов Т.Ш. Методическое руководство по технологии заводнения нефтяных пластов водогазовыми растворами в пред переходном фазовом состоянии : РД 39-1435496-010-90. – М. : МНИГП, 1989.
7. Сулейманов Б.А., Азизов Х.Ф. Об особенностях течения газированной жидкости в пористом теле // Коллоидный журнал, 1995. – Т. 57. – № 6. – С. 862–867.

References:

1. Surguchev M.L. Secondary and tertiary methods of increase in oil recovery of layers. – M. : Nedra, 1985. – 308 p.
2. Saracov T.H., Əhmədov E.Ə., Ağa-zadə E.H. Qala yatağında laylara sıxılmış hava vurulmasının yekunları və onun gələcək perspektivi haqqında. «Respublika neft sənayesinin problemlərinin həlli yolları» AzNQSDETLİ-nin elmi əsərlər toplusu, Bakı, 1997, s. 115–118.
3. Zatsəpin V.V., Maksutov R.A. Current state of industrial use of technologies of water gas influence // Oil-field business. – 2009. – No. 7. – P. 13–14.
4. Bagirov M.K., Mamedov T.M. Increase in oil recovery of layer with use of microfoamy systems. – Baku : Sabah, 2001. – 280 p.
5. Geyman M.A. Eksperimentalnoye of justification of methods of secondary operation of oil fields / Tr. Institute of USSR Oil. – 1950. – T. 1. – Issue 2. – P. 129–153.
6. Mirzadzhanzade A.H., Ametov I.M., Salavatov T.Sh. The methodical guide to technology of flooding of oil layers of water gas solutions in before a transition phase state : RD 39-1435496-010-90. – M. : MNI GP, 1989.
7. Suleymanov B.A., Azizov H.F. About features of a current of the aerated liquid in a porous body // the Colloidal magazine, 1995. – T. 57. – No. 6. – P. 862–867.