

# ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ, ГАЗА И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.276.4

**Д.О. Бартов, А.В. Соромотин**

**D.O. Bartov, A.V. Soromotin**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЧЕРЕДУЮЩЕГОСЯ ВОДОГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

## EFFICIENCY OF ALTERNATING WATER-GAS IMPACT IN THE CONDITIONS OF CARBONATE RESERVOIRS IN THE VOLGA-URAL OIL AND GAS PROVINCE

Рассмотрена эффективность чередующегося водогазового воздействия в условиях карбонатных коллекторов Волго-Уральской нефтегазоносной провинции в сравнении с последовательным воздействием. Представлены свойства объектов, на которых проводились исследования. Приведена динамика основных показателей при вытеснении нефти.

**Ключевые слова:** водогазовое воздействие, циклическое воздействие водой и газом, коэффициент вытеснения.

In this work, the efficiency of alternating water-gas impact in the conditions of carbonate reservoirs in the Volga-Ural oil and gas province was considered in comparison with sequential impact. The properties of the objects on which the research was conducted are presented. The dynamics of the main indicators during the displacement of oil are given.

**Keywords:** water-gas injection; cyclical impact of water and gas; displacement efficiency.

На сегодня эффективность извлечения нефти основными методами разработки считается неудовлетворительной, при этом потребление нефтепродуктов растет во всем мире. Показатель средней конечной нефтеотдачи пластов по различным данным составляет 25–40 %, поэтому внедрение современных методов увеличения нефтеотдачи является актуальным и растет с

каждым годом. Приоритетным направлением в нефтедобыче является развитие современных интегрированных методов увеличения нефтеотдачи, которые смогут обеспечить высокий коэффициент нефтеотдачи на уже разрабатываемых, а также новых месторождениях [1, 2].

Одним из таких методов является водогазовое воздействие (ВГВ). Данная технология сочетает в себе технологию заводнения и метод закачки газов в пласт. Интерес к данной технологии обусловлен тем, что при ВГВ вовлекаются в разработку запасы нефти, которые сосредоточены в низкопроницаемых коллекторах, в которых коэффициент нефтеизвлечения при обычном заводнении составляет не больше 30 % [3].

Закачка газа с чередованием воды (ВГВ) – распространенный метод повышения нефтеотдачи пластов, используемый в различных коллекторах по всему миру [4]. В этой статье приведен анализ успешности применения циклической технологии водогазового воздействия в условиях трещиноватого карбонатного коллектора.

На образцах керна были проведены фильтрационные исследования: вытеснение нефти водой, довытеснение нефти азотом и чередующийся метод.

В опытах корректно воспроизведены значения пластовых начальных нефтенасыщенностей и получены сопоставимые со средними проектными значениями коэффициенты вытеснения водой.

В сводной таблице отображены свойства объектов  $C_{1t}(T)$  месторождений А и Б.

Свойства объектов  $C_{1t}(T)$  месторождений А и Б

Параметр объекта	А	Б
Проницаемость при ОВ, мД	0,998	4,35
Нефтенасыщенность, д. ед.	0,774	0,853
Пластовое давление, МПа	14,2	13,8
Вязкость нефти, мПа·с	47,6	9
Расход, мл/мин	0,03	0,05
Пористость, д. ед.	10,61	13,55

На рис. 1 и 3 представлена динамика коэффициента вытеснения нефти водой и довытеснения азотом. Динамика коэффициента вытеснения нефти оторочками азота и воды из модели пласта турнейских отложений отражена на рис. 2 и 4.

Прирост коэффициента вытеснения на карбонатной модели турнейского пласта месторождения А при довытеснении азотом составляет 4 %; коэффициент вытеснения при применении водоазотного воздействия при прокачке двух поровых объемов через кривую модель – 0,437 д. ед., что на 3,2 % больше, чем при вытеснении нефти водой. Конечный коэффициент вытеснения при чередующемся воздействии равен 0,476 д. ед., что на 7,1 % больше, чем при вытеснении водой.

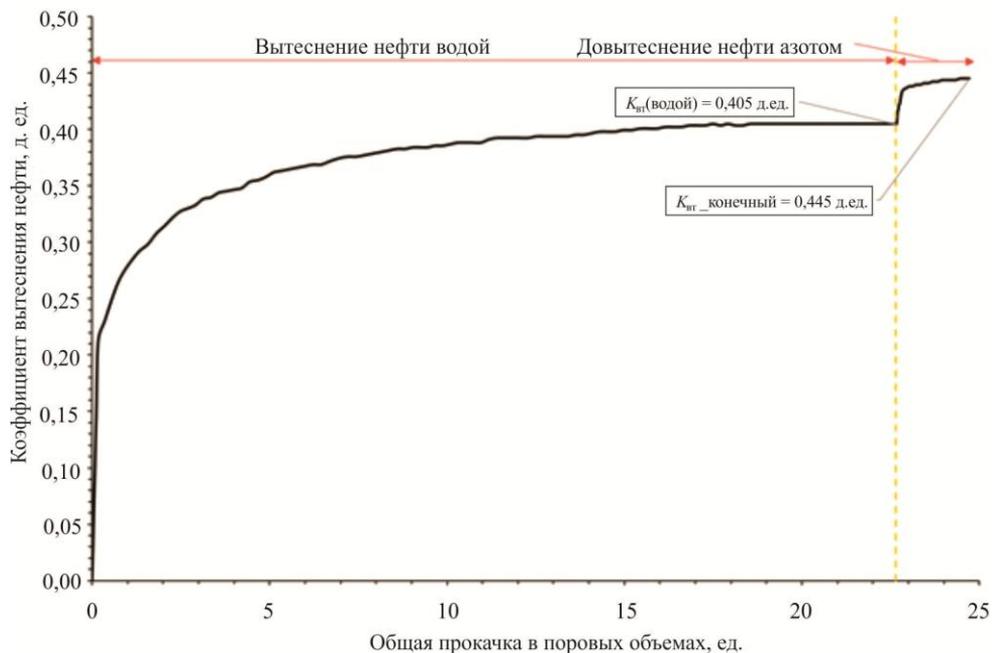


Рис. 1. Динамика коэффициента вытеснения нефти водой и довытеснения азотом из модели пласта турнейских отложений месторождения А

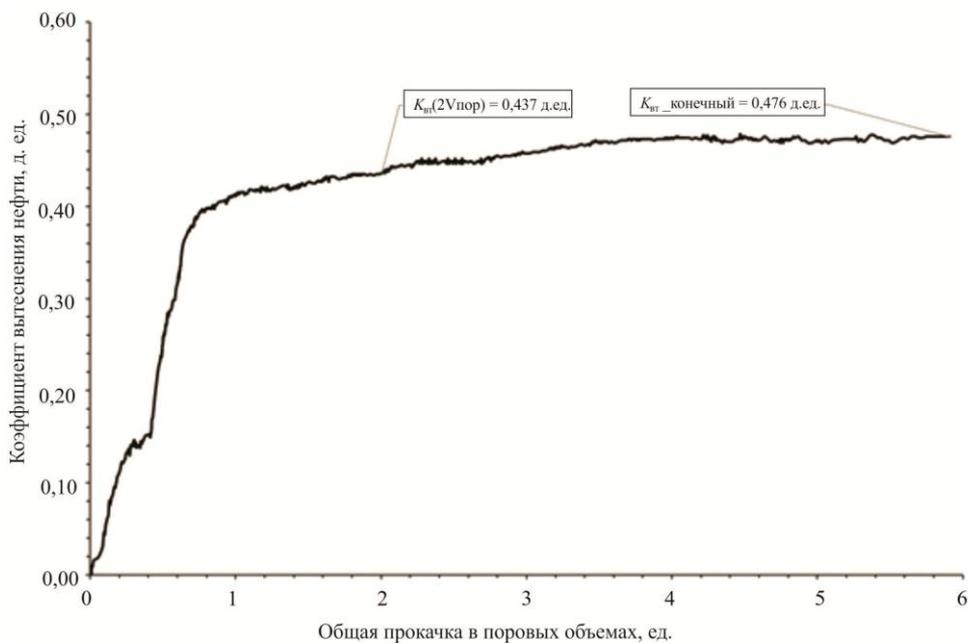


Рис. 2. Динамика коэффициента вытеснения нефти оторочками азота и воды из модели пласта турнейских отложений месторождения А

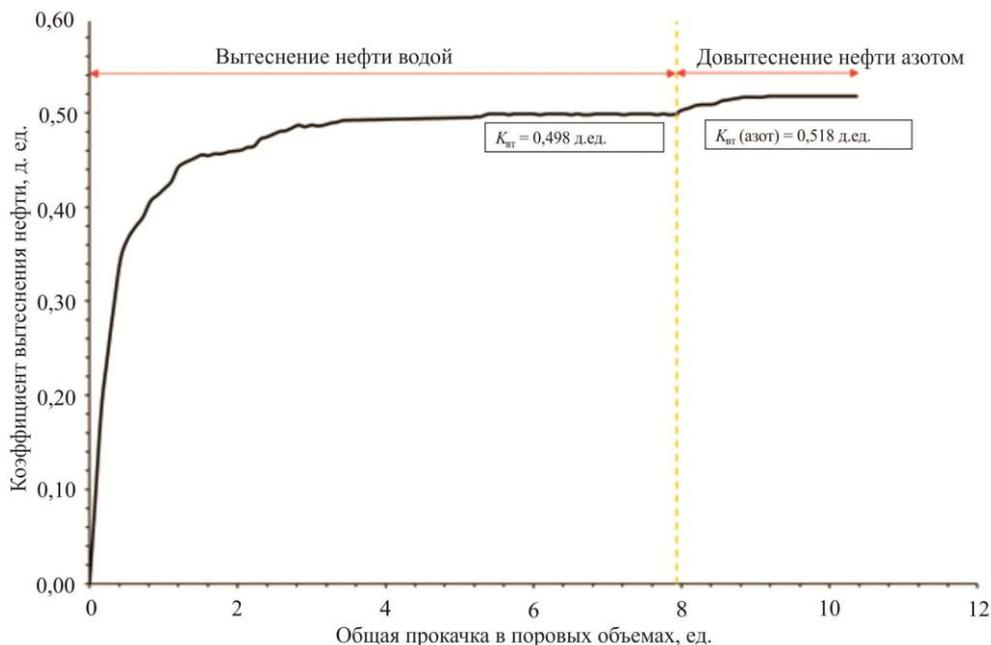


Рис. 3. Динамика коэффициента вытеснения нефти водой и довытеснения азотом из модели пласта турнейских отложений месторождения Б

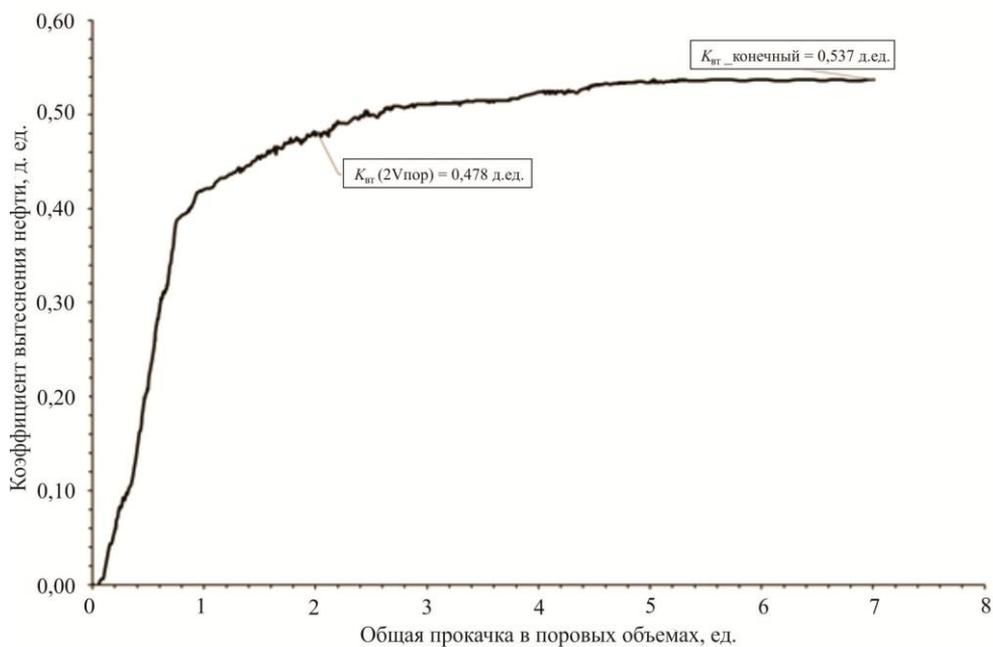


Рис. 4. Динамика коэффициента вытеснения нефти оторочками азота и воды из модели пласта турнейских отложений месторождения Б

Прирост коэффициента вытеснения на карбонатной модели турнейского пласта месторождения Б при довытеснении азотом составляет 2 %; коэффициент вытеснения при применении водоазотного воздействия при прокачке двух поровых объемов через kernовую модель – 0,478 д. ед., что на 2 % меньше, чем при вытеснении нефти водой. Конечный коэффициент вытеснения при чередующемся воздействии равен 0,537 д. ед., что на 3,9 % больше, чем при вытеснении водой.

Эффективность чередующегося воздействия отмечена при вязкости 47,6 мПа·с на месторождении А и 9 мПа·с на месторождении Б.

В рамках данной работы были представлены фильтрационные исследования: вытеснение нефти водой, довытеснение нефти азотом и чередующийся метод. Циклическое водогазовое воздействие является более эффективным методом заводнения в сравнении с последовательным.

### Список литературы

1. Дроздов А.Н., Дроздов Н.А. Увеличение КИН: водогазовое воздействие на пласт // *Neftgaz.RU*. – 2017. – №. 7. – С. 70–78.

2. Вафин Т.Р. Совершенствование технологии водогазового воздействия на пласт на нестационарном режиме: дис. ... канд. техн. наук / ТатНИПИ-нефть. – Бугульма, 2016. – С. 4–16.

3. Зацепин В.В. Технологические основы водогазового воздействия на пласты с трудноизвлекаемыми запасами нефти в низкопроницаемых коллекторах: дис. ... д-ра техн. наук. – Казань: Изд-во Казан. федер. ун-та, 2017. – С. 6–20.

4. Дроздов А.Н. Технология и техника водогазового воздействия на нефтяные пласты // *Территория Нефтегаз*. – 2006. – №. 3. – С. 48–51.

Получено 03.02.2021

**Бартов Дмитрий Олегович** – студент, горно-нефтяной факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: bartov1999@mail.ru.

**Соромотин Андрей Витальевич** – студент, горно-нефтяной факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: mrsavip@gmail.com.

Научный руководитель **Илюшин Павел Юрьевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры «Нефтегазовые технологии», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: ilushin-pavel@yandex.ru.