

УДК 622.276.64

РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

А. О. Чекан, Н. А. Демяненко

*БелНИПИнефть «Производственное объединение «Белоруснефть»,
г. Гомель*

Посвящена анализу результатов применения технологий химического заводнения на месторождениях Припятского прогиба, а также оценке дальнейших перспектив внедрения данных методов для увеличения нефтеотдачи пластов. Приведены результаты эффективности выполненных работ по химическим методам увеличения нефтеотдачи пластов. Проведено ранжирование нефтяных залежей Припятского прогиба с определением наиболее перспективных объектов для химического заводнения.

Ключевые слова: Припятский прогиб, поверхностно-активные вещества, полимерное заводнение, химические методы увеличения нефтеотдачи, петрофизические свойства горных пород.

RESULTS AND OUTLOOK FOR THE USE OF CHEMICAL FLOODING IN THE CONDITIONS OF THE PRIPYAT TROUGH

A. O. Chekan, N. A. Demyanenko

BelNIPIneft RUE “Production Association “Belorusneft”, Gomel

The article is devoted to the analysis of the results of the use of chemical flooding methods in the fields of the Pripyat trough. Moreover, an appraisal of further perspective for the use of this method of enhanced oil recovery. The article presents results of the analysis of the effectiveness of work on the use of chemical methods of enhanced oil recovery. Oil reservoir of the Pripyat trough ranked with the identification of the most promising objects for chemical flooding.

Key words: Pripyat trough, surface-active substances (surfactants), chemical methods for enhanced oil recovery, petrophysical properties of rocks.

К химическим методам увеличения нефти (МУН) относят воздействие на пласт с целью повышения нефтеотдачи композициями на основе полимеров, поверхностно-активных веществ (ПАВ), щелочей, растворителей и различного сочетания этих химических реагентов. Основными задачами химических МУН являются уменьшение капиллярного числа N_c для активизации миграции остаточной нефти, уменьшение коэффициента подвижности M вытесняющих агентов для увеличения охвата заводнением, эмульгирование нефти для облегчения добычи [1, 2].

Основной объем применения химических методов увеличения нефтеотдачи в Припятском прогибе принадлежит крупным месторождениям (Речицкое, Осташковичское, Южно-Осташковичское, Вишанское, Тишковское и др.), которые обеспечивают основную добычу нефти. На текущий момент их обводненность превышает 80–90 %, а извлекаемые запасы выработаны на 70–80 %.

Первые работы по закачке химических реагентов на месторождениях Беларуси с целью повышения нефтеотдачи начались в конце 70-х гг. прошлого века и активно развивались до начала 90-х гг. Проводились как лабораторные исследования, так и полевые испытания. В эти годы в основном применялись технологии, основанные на применении ПАВ и щелочей. В 2000-е гг. работы были вновь возобновлены. На этом этапе основное внимание было уделено технологиям с применением полимеров.

116 Секция 6. Геология и разработка нефтяных и газовых месторождений

В табл. 1 представлены данные о проведенных работах на некоторых месторождениях Припятского прогиба. Наилучшие показатели по дополнительной добыче нефти отмечены по технологиям комбинированного воздействия щелочи и ПАВ на семилукско-саргаевской и задонской (VIII пачка) залежах Речицкого месторождения, а также от закачки пенных систем на основе ПАВ на петриковско-задонской залежи Осташковичского месторождения.

Таблица 1

Результаты применения химических методов увеличения нефти на месторождениях Припятского прогиба

Год	Технология	Месторождение (залежь)	Объем закачки химических реагентов, м ³	Количество нагнетательных скважин, ед.	Химические реагенты, %	Дополнительная добыча нефти, т
1979	Применение пенных систем	Осташковичское (ptr-zd)	2717	3	ПАВ (2)	6000
		Тишковское (sm цнт. б.)	1000	1	ПАВ (2)	290
1984–1985	ПНП за счет капиллярной допропитки при закачке ПАВ	Вишанское (vr-sr)	10000	1	ПАВ (0,5)	4300
1985	Увеличение охвата пластов заводнением путем закачки щелочи	Мармовичское (zd)	4000	1	Щелочь (1)	нет эффекта
		Речицкое (sm-sr)	4800	1	Щелочь (0,8)	3160
1988	Комбинированное воздействие ПАВ и щелочи	Речицкое (el-zdIV)	35325	2	Щелочь (1,5), ПАВ (0,6)	нет эффекта
		Речицкое (zdVIII)	21147	1	Щелочь (0,25), ПАВ (0,8)	11900
2004	Полимерное заводнение	Вишанское (el-zd зап.)	6095	1	ПАА (0,07–0,14)	1432
2006		Вишанское (el-zd вост.)	4000	1	ПАА (0,3)	445
2007		С-Домановичское (lb)	4000	1	ПАА	170
2011	ПАВ-полимерное заводнение	Речицкое (zd VII-IX)	1000	2	ПАА – 0,1, ПАВ – 1.	88
2014	ПАВ-полимерное заводнение	Мармовичское (el-zd Vб.)	1000	2	ПАА (0,1), ПАВ (0,05)	10
2019	Полимерное заводнение	Вишанское (vr-sr)	30218	9	ПАА (0,1), ацетат хрома	4763
2020	Полимерное заводнение	Речицкое (ln-st зап.)	3501	6	ПАА (0,3), ацетат хрома	2406
2021	Полимерное заводнение	Вишанское (vr-sr)	18500	5	Aspiro P5411 (0,3) и ацетат хрома	780

Параметры скрининга	S. Thomas, 2006	A. Khanifar, 2019	J. J. Taber, 1997	Aldasani, Bai 2010	Dickson, 2010	Al. Hajri, 2010	Alvarado, 2010	SNF, 2012	Surguchev, 1992
Глинистость, % <	5	низкая	–	–	–	низкая	низкая	–	5
Неоднородность (коэффициент Дикстра–Парсонса)	–	–	–	0,28–0,80	–	–	–	–	–
Вязкость нефти, сП <	35	35	35 (10–150)	(0,4–4000)	35 (10–1000)	150	150	(10–10000)	2–15
Плотность нефти, кг/м ³ <	877	904	934	922–835	934	–	–	966	870
Минерализация пластовой воды, мг/л <	20000	–	20000	–	200000	50000	35000	250000	150000
Жесткость воды, мг/л <	500	–	500	–	50000	1000	1000	–	–

Примечание. В скобках приведены уточненные критерии для полимерного заводнения.

Основываясь на мировом опыте проведения заводнения с использованием химических реагентов и с учетом опыта проведения работ с использованием ХМУН, на залежах РУП «ПО «Белоруснефть» был проведен скрининг геологических объектов, перспективных для реализации ХМУН.

Рассмотрено 269 залежей на 83 месторождениях РУП «ПО «Белоруснефть». Установлено, что основными факторами, осложняющими отнесение объекта к перспективным для проведения ХМУН, являются: низкая проницаемость пластов-коллекторов, высокая неоднородность залежей, высокая минерализация и жесткость воды, низкая плотность ОИЗ. Для получения значений численных критериев, определяющих наиболее перспективные объекты, было проведено ранжирование нефтяных залежей.

Каждой залежи выставлялись скрининговые баллы, позволяющие оценить возможность эффективного применения химического заводнения. Общие скрининговые баллы выводились из баллов по скользящей шкале для отдельных критериев отбора [4]. Дополнительная добыча нефти оценивалась с учетом существующих процессов извлечения на месторождении и ограничивалась теоретическим увеличением на 10 %.

По результатам ранжирования установлено, что 262 залежи получили рейтинг эффективности «0», что говорит о полном несоответствии критериям эффективного применения химического заводнения. Семь объектов получили рейтинг более «0», но менее «1», что говорит о частичном соответствии критериям выбора объектов. Рейтинг «1» не был получен ни для одной из залежей.

Наибольшие значения по рейтингу получили следующие залежи: zd IVп., zd VIIп., In-st западный блок Речицкого, ptr-zd Давыдовского, ptr-zd Ю-Осташковичского, ptr-el III блок Березинского, el-zd западный блок Ю-Тишковского месторождений. Оценка потенциально извлекаемых запасов нефти при применении химического заводнения на этих залежах показала, что дополнительно добыча нефти может составить до 280–600 тыс. т.

На большинстве нефтяных залежей Припятского прогиба пластовые воды являются рассолами с минерализацией 300 г/л и выше, что является существенной проблемой для проведения химического заводнения. Как показали лабораторные ис-

следования по подбору ПАВ-полимерного состава для задонской залежи Речицкого месторождения, проведенные в 2021–2022 гг., на устойчивость ПАВ и полимеров сильное влияние оказывает температура и минерализация пластовой воды – с их увеличением снижается стабильность растворов химических реагентов. На этапе разработки рецептур ПАВ-полимерных композиций стоит уделять особое внимание поиску соле- и термостойких химических реагентов.

Накопленный опыт внедрения ХМУН на нефтяных залежах Припятского прогиба подтверждает достаточно высокий потенциал их эффективного применения.

Проведенный скрининг по существующим критериям эффективного выбора объектов для ХМУН показал, что для внедрения технологий подходит небольшое количество нефтяных залежей Припятского прогиба.

Для каждого месторождения необходим индивидуальный подбор химического коктейля в зависимости от геолого-физических свойств пласта и физико-химических свойств пластовых флюидов.

Ключом для расширения критериев отбора объектов является поиск и разработка новых химических композиций, которые будут соответствовать сложным пластовым условиям нефтяных залежей Припятского прогиба.

Литература

1. Алварado, В. Методы увеличения нефтеотдачи пластов. Планирование и стратегии применения / В. Алварado, Э. Манрик. – М. : Премиум Инжиниринг, 2011. – 236 с.
2. Gbadamosi, A. O. An overview of chemical enhanced oil recovery: recent advances and prospects / A. O. Gbadamosi // Springer Journal, International Nano Letters. – 2019. – P. 172–202.
3. DeBons, F. E. A Guide to Chemical Oil Recovery for the Independent Operator / F. E. DeBons // SPE/DOE Fourteenth Symposium on Improved Oil Recovery held in Tulsa, Oklahoma, USA, 17–21 April, 2004 / SPE. – Oklahoma, 2004. – P. 89382.
4. Smalley, P. C. Screening for EOR and Estimating Potential Incremental Oil Recovery on the Norwegian Continental Shelf / P. C. Smalley, A. H. Muggeridge // SPE Improved Oil Recovery Conference held in Tulsa, Oklahoma, USA, 14–18 April, 2018 / SPE. – Oklahoma, 2018. – P. 190230-MS.

УДК 622.276.64

ОБОСНОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ МНОГОЭТАПНОГО НЕСТАЦИОНАРНОГО ЦИКЛИЧЕСКОГО ЗАВОДНЕНИЯ ПЛАСТОВ ПО ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИМ ОСОБЕННОСТЯМ КОЛЛЕКТОРОВ

А. О. Чекан, Н. А. Демяненко

*БелНИПИнефть РУП «Производственное объединение «Белоруснефть»,
г. Гомель*

Посвящена усовершенствованию обоснования метода нестационарного циклического заводнения нефтяных залежей. Приведена эффективность работ по циклическому заводнению на месторождениях Припятского прогиба за 2011–2022 гг. Предложены критерии и алгоритм выбора объектов для многоэтапного нестационарного циклического заводнения пластов.

Ключевые слова: припятский прогиб, многоэтапное нестационарное циклическое заводнение, петрофизические свойства горных пород.