

Р.М. Шакиров¹, Р.М. Вильданов¹, Р.З. Ризванов², М.С. Усманова², Т.Ю. Елизарова²

¹НГДУ «Бавлынефть» ОАО «Татнефть», Бавлы

²ТатНИПИнефть ОАО «Татнефть», Бузульма

ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОТОКООТКЛОНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОБЪЕКТАХ НГДУ «БАВЛЫНЕФТЬ»

Выполнение стоящих перед НГДУ задач по выполнению напряженных годовых планов добычи нефти невозможно без широкого применения методов увеличения нефтеотдачи пластов. Многообразие геолого-промысловых условий разработки залежей нефти, которое лишь увеличивается и усугубляется по мере выработанности месторождений, требует непрерывного совершенствования МУН.

В статье обобщены результаты проведенных в период 2000 – 2005 гг. на объектах НГДУ «Бавлынефть» работ по внедрению перспективных технологий повышения нефтеотдачи пластов, основанных на процессах осадкогелеобразования.

Разработчик технологий – институт «ТатНИПИнефть». Созданием и активным внедрением новых технологий решается проблема повышения охвата пласта заводнением по площади и разрезу путем снижения проницаемости промытых высокообводненных зон пласта и изменения направления фильтрационных потоков в результате образования в пласте устойчивого геля или осадка.

Одной из успешных технологий указанного направления является «Технология увеличения выработки пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений с применением сшитых эфиров целлюлозы (технология ДКМ)». Она предназначена для вовлечения в разработку недренируемых запасов нефти за счет увеличения охвата пластов заводнением, которое достигается путем предварительного блокирования высокопроницаемых обводнившихся зон пластов гелеобразующей композицией и последующего перераспределения фронта заводнения на неохваченные ранее воздействием продуктивные пропластки. Создание блокирующей оторочки в пласте осуществляется закачкой в нагнетательные скважины гелеобразующей композиции на основе водорастворимых полимеров: простого эфира целлюлозы (КМЦ), полиакриламида и сшивателя – ацетата хрома, в соотношении: массовая доля КМЦ 0,3 – 0,5%, ПАА 0,05–0,1%, сшивателя 0,05–0,1%, остальное вода, плотностью от 1,0 до 1,12 г/см³. Время гелеобразования регулируется от нескольких часов до 10 суток изменением концентрации компонентов в составе (РД..., 2004).

Достоинства технологии:

- простота ведения технологического процесса;
- возможность широкого регулирования вязкостных и реологических свойств композиции;
- высокая технологическая эффективность.

Успешность реализации технологии ДКМ в промышленных условиях показана на примере участка нагнетательной скважины №1925, расположенного на юге Сабанчинского месторождения и разрабатывающего терригенные отложения бобриковского горизонта (Рис. 1).

Участок представлен четырьмя добывающими сква-

жинами: №№1559, 1924, 1944 и 2116, участвующими в активной разработке с 1976 года. Базовое состояние добывающих скважин характеризовалось суммарными дебитами, равными по нефти – 22,5 т/сут, по жидкости – 89,5 т/сут и обводненностью – 75%.

Закачка композиционного состава ДКМ осуществлена в октябре 2000 года на фоне роста обводненности и снижения отборов по нефти (Рис. 2). Использовано 450 м³ состава, содержащего 4,5 т полимера и 0,455 т сшивателя.

При этом достигнуто кратное повышение давления закачки с 5,0 до 9,5 МПа и последующее снижение проницаемости с 300 м³/сут до 260 м³/сут, что косвенно подтверждало предполагаемый «механизм» действия ДКМ в пластовых условиях и свидетельствовало об успешности проведения скважино-операции.

Результат применения технологии – 11,4 тыс. т дополнительно добытой нефти, продолжительность эффекта – 3 года (Рис. 3). Прирост по добыче нефти получен по трем скважинам из четырех и составляет в целом 7,3 т/сут, снижение обводненности – 5,7%. Наиболее очевидный результат: прирост по нефти, равный 4,3 т/сут и снижение обводненности на 9,0% при сохранении уровня отборов по жидкости, получен по скважине №1559, имеющей лучшие коллекторские и технологические показатели.

Факторами, определившими высокую эффективность технологии, явились: очаговый вид заводнения на скважине №1925; достаточное количество реагирующих скважин – четыре; своевременность применения МУН и стабильность в работе скважин участка.

Качественным подтверждением технологической эффективности и работоспособности технологии ДКМ являются снятые в скважине №1925 профили проницаемости «до» и «после» мероприятия (Рис. 4).

Всего в НГДУ «Бавлынефть» технология осуществлена в 29 нагнетательных скважинах, текущая суммарная дополнительная добыча по которым составляет 54,7 тыс. т нефти, удельный технологический эффект – 1890 т/скв при продолжающемся его проявлении по большинству участков.

2. «Технология повышения нефтеотдачи пластов с использованием композиционных систем на основе эфиров целлюлозы и неионогенных поверхностно-активных веществ (технология МОЭЦ)» является дальнейшим развитием хорошо зарекомендовавшей себя технологии ОЭЦ. Создание оторочки, снижающей фильтрацию в пласте, осуществляется закачкой в нагнетательные скважины композиционного состава на основе эфиров целлюлозы и неионогенных поверхностно-активных веществ, в частности, марки Неонол АФ 9-12. Механизм действия композиционного состава МОЭЦ основан на образовании в пласте высоковязких растворов или гидрогелей (студней), способных селективно изолировать промытые участки. Полученный

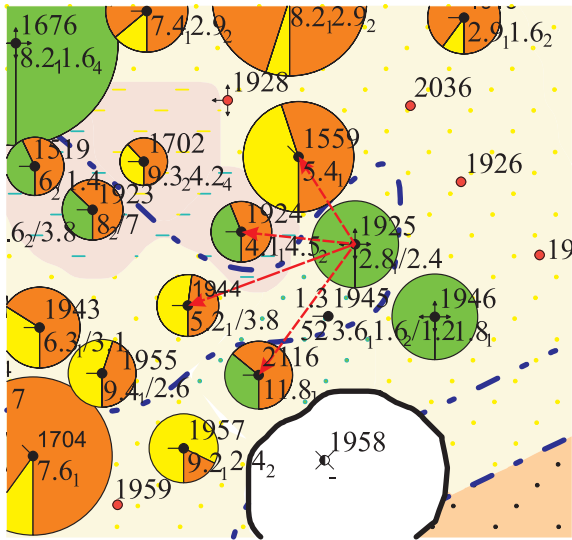


Рис. 1. Участок нагнетательной скважины №1925 Сабанчинского месторождения, пласт «С₁^{вв}».

при этом композиционный состав воздействует на пластовую систему одновременно как загуститель и как поверхностно-активное вещество, повышая тем самым коэффициент нефтеизвлечения и охвата пластов (РД..., 2005).

Испытания технологии осуществлены в условиях разных горно-геологических систем и широком диапазоне объемов и концентраций композиционных составов МОЭЦ. В период 2003 – 2005 гг. на Сабанчинском месторождении (горизонт С₁^{вв}) и Жмакинском участке Бавлинского месторождения (горизонт Д1) с применением композиции МОЭЦ проведено 14 скважино-операций.

В среднем на одну обработку использовано 700 м³ состава, содержащего 7,0 т оксидилцеллюлозы марки «Сульфаселл» и 0,7 т неионогенного ПАВ марки «Неонол АФ 9-12». Текущий технологический эффект оценивается суммарно величиной в 36,5 тыс. т дополнительно добытой нефти, удельный – в 2610 т на одну скважино-обработку при продолжающемся его проявлении.

Разработанная технология несложна в техническом исполнении, полностью отвечает своему функциональному назначению, является технологически эффективной, экономически рентабельной и с 2005 года рекомендована к промышленному внедрению на скважинах ОАО «Татнефть». Единственным сдерживающим фактором может стать достаточно высокая стоимость метода.

Затраты на осуществление технологического процесса закачки МОЭЦ составляют, в среднем, 920 тыс. руб., структура которых проиллюстрирована на рисунке 5 и имеет вид: затраты на ПЗР – 18%, стоимость химических реагентов – 35%, затраты на закачку композиционной системы – 43%, технологическое сопровождение – 4%.

3. Эффективной разработкой последних лет следует считать «Технологию повышения нефтеотдачи пластов с использованием щелочно-полимерных композиций (технология ЩПК)», основанную на использовании щелочи и водорастворимого полимера. В качестве источника создания осадкообразующей композиции используется минерализованная вода, применяемая в системе ППД. Механизм действия технологии заключается в следующем. При взаимодействии щелочи с поливалентными катионами металлов, входящих в состав сточных минерализованных вод, происходит образование объемного осадка гидроокси-

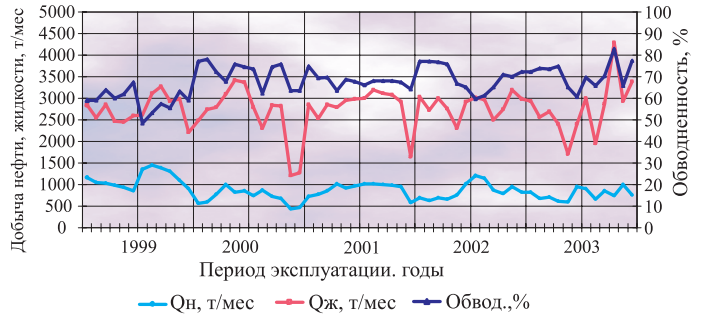


Рис. 2. Динамика текущих показателей эксплуатации участка нагнетательной скважины №1925.

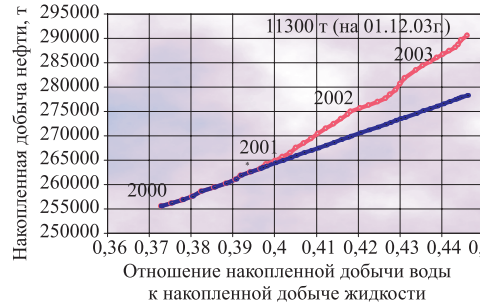


Рис. 3. Характеристика вытеснения участка нагнетательной скважины №1925 по методу А.В. Давыдова.

сей металлов. Добавление в композицию водорастворимых полимеров (полиакриламида) существенно улучшает устойчивость и стабильность образующейся суспензии, вязкостные, реологические и структурно-механические свойства композиции. Регулирование концентрациями компонентов в осадкообразующей композиции обеспечивается возможностью оптимального воздействия технологического процесса на продуктивные пласты в ши-

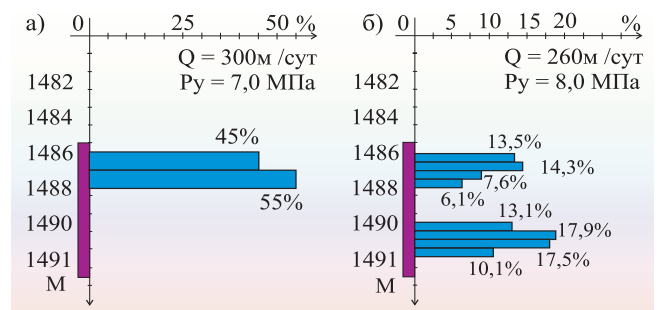


Рис. 4. Профиль приемистости нагнетательной скважины №1925. Дата проведения обработки 10.2000г. а) до обработки (24.09.2000) б) после обработки (14.11.2000).

роком интервале проницаемостей. При неполном первоначальном расходе щелочного компонента технология предусматривает дополнительное внутрипластовое осадкообразование на удаленных расстояниях от призабойной зоны скважины в процессе дальнейшего заводнения плас-

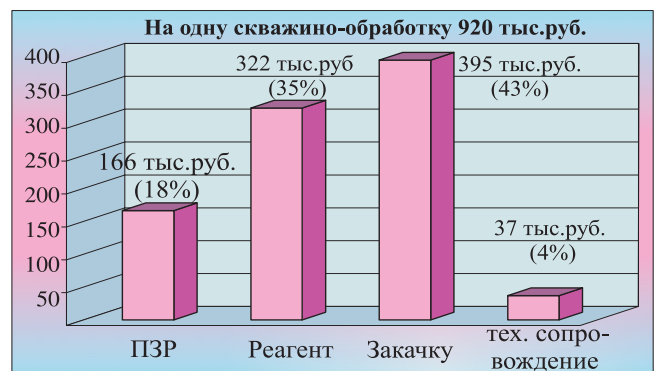


Рис. 5. Структура затрат на реализацию технологии МОЭЦ.

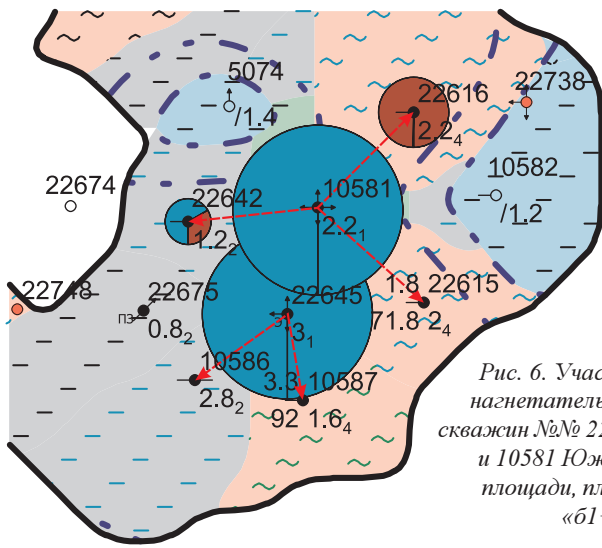


Рис. 6. Участок нагнетательных скважин №№ 22645 и 10581 Южной площади, пласт «б1+2».

тов. Дополнительным фактором, определяющим повышение нефтеотдачи при щелочном воздействии, является снижение межфазного натяжения на контакте «нефть – вода».

Соотношение компонентов в ЦПК находится в следующих пределах: массовая доля гидроксида натрия 0,5–1,5%, ПАА 0,01–0,05%, остальное – минерализованная вода, плотностью 1,04 до 1,18 г/см³, используемая в системе ППД (РД..., 2004).

Преимущества данной технологии:

- она не обладает недостатком, связанным с необратимыми процессами коагуляции продуктивных коллекторов;
- создает комплексность воздействия, т.е. щелочь дополнительно обеспечивает эффект нефтевытеснения;
- основана на использовании доступных и недорогих химических реагентов;

Представляет интерес вариант многоэтапного повторного применения ЦПК – так называемой «подкачки» на примере участка нагнетательных скважин №№ 22645 и 10581,

Номер нагнетательной скважины	Номер добывающей скважины	Дебит нефти, т/сут			Обводненность, %		
		до закачки	после закачки	абсолютное изменение	до закачки	после закачки	абсолютное изменение
22645 10581	10586	0,5	0,5	0	77,3	86,5	+9,2
	10587	2,8	3,1	+0,3	82,6	73,7	-8,9
	22615	0,3	1,6	+1,3	72,7	42,9	-29,8
	22616	0,2	1,2	+1,0	88,2	81,8	-6,4
	22642	0,1	0,1	0	80,0	80,0	0
	участок	3,9	6,5	+2,6	81,9	74,4	-7,5

Табл. 1. Изменение средних показателей эксплуатации добывающих скважин до и после закачки ЦПК.

расположенных в пределах Южной площади. Объект разработки представлен терригенными отложениями пашийского горизонта. Граница участка достаточно четкая. Зону отбора здесь обеспечивают пять добывающих скважин №№ 10586, 10587, 22615, 22616 и 22642, гидродинамически связанных с нагнетательными по пластам «а» и «б1+2» (Рис. 6).

Первая большеобъемная закачка композиции ЦПК проведена в августе 2001 года с использованием в целом 21,4 т NaOH и 0,225 т ПАА.

В начале 2003 года в скважины осуществлена подкачка следующей оторочки, содержащей 13,5 т NaOH и 0,17 т ПАА. В процессе обработки отмечалось плавное повышение давления закачки, в среднем, на 35% и снижение удельной приемистости на 50%, что свидетельствовало о работоспособности композиции ЦПК в пласте.

Реакция на технологию в виде снижения обводненнос-

ти с 81,9% до 74,4% (на 7,5%) и прироста дебита по нефти с 3,9 т/сут до 6,5 т/сут (на 2,6 т/сут) наблюдается по трем скважинам №№ 10587, 22615, и 22616 в таблице 1. В данном случае отмечается четкое ориентированное проявление технологического эффекта по скважинам, имеющим лучшие коллекторские свойства. В результате применения технологии ЦПК на данном участке получено более 5,2 т дополнительной нефти.

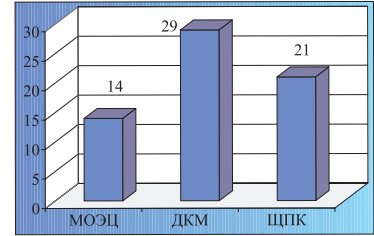


Рис. 7. Количество проведенных скважино-обработок по видам технологий.

Всего на объектах НГДУ «Бавлынефть» проведена 21 обработка, отобрано 37,4 тыс. т дополнительно добытой нефти со средней текущей технологической эффективностью 1780 т на одну скважино-обработку.

Общее количество скважино-обработок и удельная эффективность по видам технологий показаны на рис. 7, 8.

В заключение необходимо отметить, что область применения внедряемых технологий определена, жизнеспособность – доказана. Все названные разработки являются интеллектуальной собственностью ОАО «Татнефть», следовательно, его нефтегазодобывающие управления располагают сегодня целым комплексом отработанных конкурентоспособных технологий, использование которых способно обеспечить рентабельную и устойчивую добычу нефти.

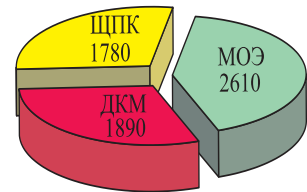


Рис. 8. Удельная технологическая эффективность, т/скв.

Литература

- РД 153-39.0-352-04. Инструкция по технологии увеличения выработки пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений с применением сшитых эфиров целлюлозы. Бугульма: ТатНИПИнефть, 2004.
- РД 153-390-398-05. Инструкция по технологии повышения нефтеотдачи пластов с использованием композиционных систем на основе эфиров целлюлозы и неионогенных поверхностно-активных веществ. Бугульма: ТатНИПИнефть, 2005.
- РД 153-39.0-283-03. Инструкция по технологии повышения выработки пластов с использованием вязко-пластичных систем и полимерных композиций. Бугульма: ТатНИПИнефть, 2004.

Расих Мирзияфович Шакиров
Заместитель начальника технологического отдела по разработке нефтяных и газовых месторождений НГДУ «Бавлынефть».



Радик Мавлетханович Вильданов
Заместитель начальника ЦДНГ-3 по геологии.

