

Результаты применения на объектах АО «Оренбургнефть» технологии выравнивания профиля приемистости на основе реагента Atren WSO

Practical Results of Injectivity Conformance Control Method Application and the Use of Atren WSO Chemical at the Objects of «Orenburgneft» JSC



Е.Ю. Роньжин



С.А. Кудеров



А.Р. Гайнаншина



А.А. Ардалин



А.П. Терещенко



Д.В. Горячих

Е.Ю. Роньжин
С.А. Кудеров
А.Р. Гайнаншина
/АО «Оренбургнефть»,
г. Бузулук/
А.А. Ардалин
ArdalinAA@samnipi.
rosneft.ru
/ООО «Самара-
НИПнефть»,
г. Самара/
А.П. Терещенко
Д.В. Горячих
/ООО «Делика», Группа
компаний «Миррико»

E.Yu. Ronzhin
S.A. Kuderov
A.R. Gainanshina
/«Orenburgneft» JSC,
Buzuluk/
A.A. Ardalin
/«SamaraNIPneft» LLC,
Samara/
A.P. Tereschenko
D.V. Goriachikh
/«Delika» LLC, «Mirriko»
Group of Companies/

Поднята проблема невысокой эффективности существующих систем заводнения нефтяных пластов. Рассматривается способ снижения обводненности добываемой продукции – применение технологий, направленных на выравнивание профилей приемистости (ВПП). Представлено новое решение для месторождений, относящихся к категории со сложными физико-геологическими условиями пласта, – технология ВПП с применением реагента Atren WSO. Показаны принцип действия технологии и преимущества состава Atren WSO, его отличия от ПАА. Представлены результаты лабораторного тестирования и опытно-промышленных испытаний (ОПИ). Приведены примеры применения технологии, подтверждающие ее эффективность.

Ключевые слова: добыча нефти на поздней стадии разработки, обводненность продукции добывающих скважин, выравнивание профиля приемистости (ВПП) с применением полиакриламида (ПАА), технология шитых полимерных систем (СПС), реагент Atren WSO.

The authors consider the issue of low efficiency at the existing oil reservoir water flooding systems. And discuss the method to reduce water-cut in the produced well product, i.e. application of procedures aimed at injectivity conformance control (ICC). They present the new solution for the fields that are referred to the categories with challenging physical and geological reservoir conditions that is ICC in combination with Atren WSO reagent. The authors also illustrate the procedure operation principle and the advantaged of Atren WSO chemical composition, its difference from PAA. The paper also contains the results of lab and pilot test and provides the examples where they applied this procedure, which verify its efficiency.

Key words: Oil production at the late stage of field development, production well water-cut, injectivity conformance control and the use of polyacrylamide (PAA), procedure to apply cross-linked polymer (CLP) systems, Atren WSO reagent.

Крупнейшее нефтедобывающее предприятие Оренбургской области АО «Оренбургнефть» осуществляет свою работу в области нефтегазодобычи с 1963 г.

По состоянию на 1 января 2019 г. АО «Оренбургнефть» разрабатывает 168 месторождений с накопленной добычей более 615 млн т нефти. Степень выработки запасов составляет 56,2 %.

Большинство месторождений АО «Оренбургнефть» в данный момент находится на поздней стадии разработки. Низкая рентабельность добычи нефти на поздней стадии разработки во многом связана с невысокой эффективностью существующих систем заводнения нефтяных пластов. Закачка воды в качестве вытесняющего агента не обеспечивает желаемых темпов добычи нефти, добываемая продукция быстро обводняется, при этом на закачку и отделение воды тратится огромное количество энергии. В АО «Оренбургнефть» с привлечением корпоративных научных институтов постоянно ведутся работы по поиску

и испытанию, а также созданию новых технологий для решения проблем, обусловленных высокой обводненностью продукции добывающих скважин:

- значительные затраты на подъем, транспортировку, сепарацию, подготовку и утилизацию попутно добываемой воды;

- высокие затраты на защиту ГНО от коррозии;

- снижение дебита нефти и др.

ТЕКУЩЕЕ РЕШЕНИЕ – ВЫРАВНИВАНИЕ ПРОФИЛЯ ПРИЕМИСТОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИАКРИЛАМИДА (ПАА)

Применение технологий, направленных на выравнивание профилей приемистости (ВПП), перераспределение фильтрационных потоков и снижение обводненности добываемой продукции, является одним из направлений повышения технико-экономических показателей разработки, особенно в случае месторождений на поздней

Результаты определения реологических характеристик

Пласт	Подвижность 1%-ного раствора Atren WSO	Подвижность закачиваемой воды		Фактор сопротивления	Остаточный фактор сопротивления
		До закачки Atren WSO	После закачки Atren WSO		
T1	0,0000934	0,00033	0,0002	3,578	1,672
B2	0,0001263	0,1350	0,00056	1069,3	241,11

стадии, характеризующейся отбором большого количества попутной воды. За два года в АО «Оренбургнефть» с участием специалистов ООО «СамараНИПИнефть» проведено 45 обработок по выравниванию профиля приемистости нагнетательных скважин.

За 2017 г. работы по ВПП в рамках тиражирования основной технологии сшитых полимерных систем (СПС) проведены на двадцати пяти скважинах. Дополнительная добыча нефти на декабрь 2017 г. по основной технологии СПС при плане 20 тыс. т составила 19,8 тыс. т.

За 2018 г. работы по ВПП проведены на двадцати скважинах в рамках тиражирования основной технологии СПС. Дополнительная добыча нефти на декабрь 2018 г. по основной технологии СПС при плане 20 тыс. т составила 18,3 тыс. т.

Для месторождений, относящихся к категории со сложными физико-геологическими условиями пласта, в рамках программы ОПИ была впервые испытана технология ВПП с применением реагента Atren WSO производства ГК «Миррико».

НОВОЕ РЕШЕНИЕ СТАРЫХ ПРОБЛЕМ

Принцип действия технологии ВПП с применением реагента Atren WSO основан на установке водоизолирующего экрана в наиболее промытых и проницаемых пропластках и зонах дренирования с целью увеличения коэффициента охвата заводнением. Это приводит к улучшению условий последующего вытеснения нефти водой из низкопроницаемых и не охваченных процессами вытеснения нефти участков как по разрезу, так и по площади – «целиков» и пропластков и, как следствие, к повышению КИН.

Преимуществом состава Atren WSO и отличием от ПАА является полная растворимость в объеме воды за короткое время, высокая эффективность при использовании в условиях сильноминерализованных вод, а также простота в применении.

Действие технологии основано на способности реагента создавать устойчивые гели в водных растворах, которые избирательно блокируют высокопроницаемые пропластки. Реагент Atren WSO представляет собой частично гидратированный высокомолекулярный полимер с добавкой поверхностно-активных веществ, диспергированный в органическом растворителе. Состав поставляется в готовом виде и не требует дополнительного ввода сшивающего агента. Вязкость готового раствора регулируется изменением концентрации. Технология реализуется с применением стандартного оборудования, обеспечивающего транспортировку, приготовление (перемешивание) и закачку рабочих жидкостей в скважину в количестве, достаточном для подвоза заданного объема закачиваемых составов и соблюдения режима технологического процесса:

- блок дозирования реагентов и приготовления рабочего раствора (БДРМ, КУДР);
- насосный агрегат типа ЦА-320 для закачки реагента;
- техника для доставки реагента и погрузочно-разгрузочных работ.

ЛАБОРАТОРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Перед применением реагента на скважинах в ООО «СамараНИПИнефть» были проведены фильтрационные исследования составов на керновых образцах в условиях, приближенных к реальным, на фильтрационной установке исследования керна УИК-4.

Предварительно керновый материал с целью удаления следов присутствия нефти, других органических примесей и воды был подвержен экстрагированию в аппарате Сокслета.

На автоматическом пермеатре-порозиметре (автоматизированный прибор для измерения пористости и проницаемости ПИК-ПП) произведено измерение абсолютной проницаемости образца. Абсолютная проницаемость составила: для пласта T1 0,04504Д, для пласта B2 0,14205Д. Далее определялись характеристики 1%-ного раствора Atren WSO на воде закачки и реологические характеристики. При снятии реологических характеристик закачка воды начиналась с минимальной заданной объемной скорости 0,2 см³/мин (в количестве примерно трех поровых объемов) до получения стационарного режима фильтрации. Далее по описанной выше схеме проводилась закачка на скоростях 0,5, 1 и 1,5 см³/мин. Затем на скорости 1 см³/мин через образец керна прокачивался 1%-ный раствор Atren WSO в количестве трех поровых объемов.

После 24-часовой выдержки керна в пластовых условиях была проведена закачка пластовой воды на скоростях фильтрации от 0,2 до 1,5 см³/мин до получения стационарного режима фильтрации.

Результаты определения реологических характеристик представлены в **таблице**.

Полученные результаты позволили сделать вывод о критерии применения предложенного состава 1%-ного раствора Atren WSO на закачиваемой воде: чем выше проницаемость продуктивного пласта, тем эффективнее будут проявляться его реологические свойства, а его механическая деструкция будет уменьшаться.

ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРАКТИКЕ

С целью подтверждения эффективности технологии в 2018 г. в геологических условиях АО «Оренбургнефть» были проведены опытно-промышленные испытания (ОПИ) на трех нагнетательных скважинах. Расположение нагнетательных скважин и реагирующего окружения приведено на **рис. 1**.

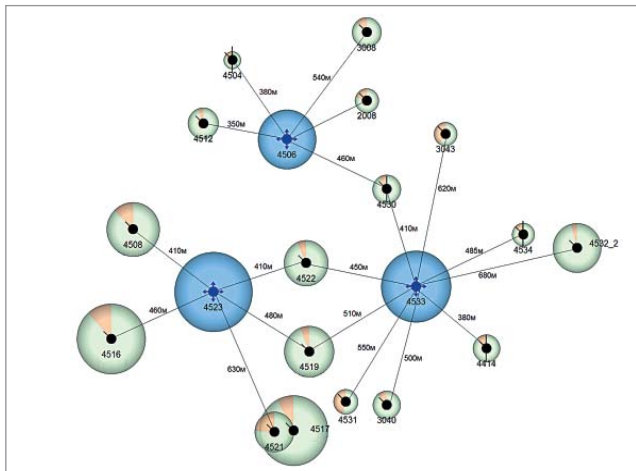


Рис. 1. Расположение нагнетательных и добывающих (реагирующих) скважин



Рис. 2. Фотографии с места проведения работ по ВПП

Объем закачанного раствора с реагентом Atren WSO составил: на первой скважине 444 м³, на второй скважине 398 м³, на третьей скважине 353 м³. Фотографии с места работ по одной из скважин приведены на рис. 2.

Эффективность оценивалась по объему дополнительной добычи нефти реагирующих добывающих скважин и по результатам ПГИ на нагнетательных скважинах.

Для примера приведем сравнение профилей приемистости на одной из нагнетательных скважин до и после

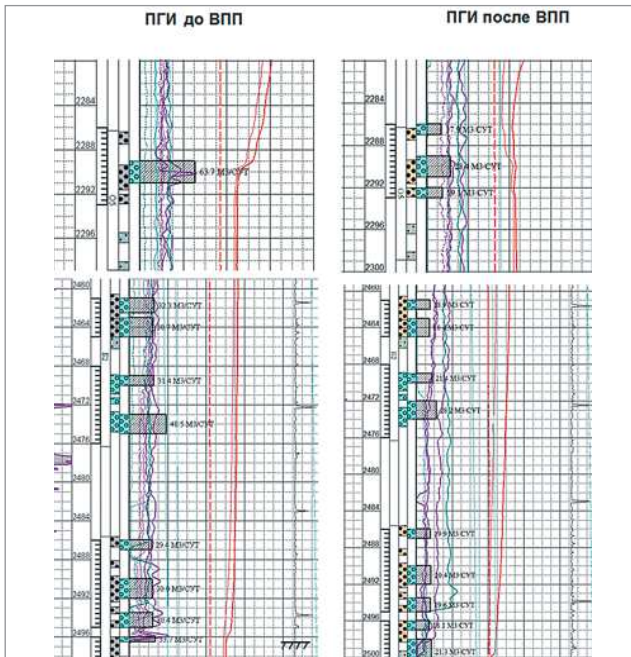


Рис. 3. Профиль приемистости нагнетательной скважины до и после ВПП

ВПП (рис. 3). Из рисунка видно, что по верхнему пласту наблюдается увеличение приемистости верхней и нижней части пласта и снижение излишней приемистости среднего интервала с 63,7 до 28,4 м³/сут. По нижнему пласту отмечается снижение излишней приемистости на ранее сильно принимающих участках пласта.

Через 6 месяцев после ВПП планировалось получить 1,5 тыс. т дополнительной добычи нефти, по факту уже через два месяца была получена дополнительная добыча нефти в размере 3,3 тыс. т. Оценка дополнительной добычи нефти от проведенных мероприятий по рекомендации департамента разработки месторождений (ДРМ) ПАО «НК «Роснефть» проводилась в модуле программного комплекса «РН-КИН» по данным месячного эксплуатационного рапорта (МЭР).

В заключение можно отметить, что испытанная технология подтвердила свою эффективность для месторождений, относящихся к категории со сложными физико-геологическими условиями пласта, и позволяет получить прирост добычи нефти. В 2019 г. АО «Оренбургнефть» планирует продолжить проведение работ по испытанию различных технологий ВПП для определения наиболее экономически выгодного варианта для каждого конкретного объекта разработки.

Литература

1. Узбеков И.Г. Оренбургская нефть. 70 лет со дня промышленной добычи. 1937–2007. – Оренбург, 2007. – С. 85.
2. Фонаков Э.С., Саттаров Р.И., Малыгин А.В. ATREN WSO – решение ГК «Миррико» для ограничения водопритока и повышения нефтеотдачи // Нефтегазовая вертикаль. – 2017. – № 19 (416). – С. 80–84.
3. Гимазова Г.К., Вахитова А.К., Верховых А.А. Обзор методов уве-

4. Гималетдинов Р.А., Сидоренко В.В., Фахретдинов Р.Н., Бобылев О.А., Якименко Г.Х., Павлишин Р.Л. Критерии эффективного применения технологий выравнивания профиля приемистости пласта в условиях разработки месторождений ОАО «Газпром нефть» // Нефтяное хозяйство. – 2015. – № 5. – С. 78-83.