

Применение химических реагентов для ограничения водопритока в осложненных условиях

ENG

А.Н. Гафиуллин, gafiullin_a_n@mirrico.com
А.П. Терещенко, tereshenko_a_p@mirrico.com
М.Д. Круглов, kruglov_m_d@mirrico.com
 /ГК «Миррико», г. Казань/

Поднята проблема, связанная с увеличением КИН на месторождениях со сложными геологическими условиями (высокой минерализацией и низкой/высокой температурой пласта). Одним из решений рассматривается технология ограничения водопритока. Представлен гелеобразующий состав Atren WSO, который подходит для применения в осложненных условиях добычи, где обычные полимерные составы не работают. Описаны свойства состава и преимущества применения технологии Atren WSO. Показаны результаты проведения опытно-промышленных испытаний Atren WSO в промышленных условиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: обводненность продукции добывающих скважин, селективная обработка скважин, добыча трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ), коэффициент извлечения нефти (КИН), геолого-технические мероприятия (ГТМ), ограничение водопритока (ОВП), гелеобразующий состав Atren WSO

Application of Chemical Reagents to Control Water Flow in Challenging Conditions

A.N. Gafiullin, A.P. Tereshchenko, M.D. Kruglov
 /"Mirrico" Group of Companies, Kazan/

The authors consider the problem related to the improvement of ORF at the fields with complicated geological conditions (high mineralization and low/high formation temperature). One of proposed solutions to this problem is the technology of water shut-off (WSO). The paper contains the presentation of Atren WSO gelling composition, which is applicable for the use in challenging production conditions where conventional polymer compositions are not adequate. The paper also contains the description of composition properties as well as the advantages in applying Atren WSO technology and the results of Atren WSO pilot tests in field conditions.

KEY WORDS: water content in production wells, selective well treatment, production of hard-to-recover oil reserves (HROR), oil recovery factor (ORF), geological and technical measures (WO), water inflow control (WIC), Atren WSO gelling composition

ГК «Миррико» – это российская группа производственно-сервисных компаний с 23-летним опытом работы в РФ, СНГ, Средней Азии и на Ближнем Востоке, охватывающей сферы нефтепереработки, черной и цветной металлургии, химической отрасли и энергетики. Портфель решений включает поставку химии и сервис по ее использованию, оборудование для дозирования ПТП, ЕРСМ-контракты в области водоподготовки, производство и продажу роботизированного оборудования для 49 рынков в семи отраслях.

Высокие темпы отбора на основных действующих месторождениях зачастую обуславливают высокую обводненность продукции. Для подобных случаев свойственно присутствие большого объема остаточных запасов нефти при высоких показателях обводненности добычи. Аналогичные сложности с преждевременной обводненностью возникают также и на новых нефтяных месторождениях, которые были введены в разработку в последние годы и содержат трудноизвлекаемые запасы, приуроченные к переходным зонам. Нефтедобыча из подобных месторождений, как правило, сопровождается большими эксплуатационными затратами на сбор, а также утилизацию воды [1].

При снижении цен на нефть ряд таких месторождений из-за убыточности придется закрывать. Продлить их жизненный цикл можно за счет увеличения коэффициента извлечения нефти. Одним из возможных способов является увеличение КИН за счет технологии ограничения водопритока (ОВП) в добывающих скважинах [2].

Однако на решение проблемы ОВП в скважинах нефтедобычи требуется все больше времени, усилий и средств. Зачастую является неэффективным применение разных вариаций цементного раствора или каких-либо других тампонирующих составов из-за сложных горно-геологических условий пластов и несоответствия физико-химических свойств подобных составов требованиям, которые предъявляются к системам, изолирующим воду в целом, или же неверного выбора реагента для определенного объекта воздействия. Достигнуть максимально эффективного снижения поступления воды в скважину и получения дополнительной добычи нефти и газа можно благодаря применению реагентов, которые специально предназначаются для конкретного вида работ, а также при обоснованном выборе технологии ОВП [3].

Эффективность технологии ограничения водопритока редко достигает 20% его величины. В связи с этим актуальность приобрел комплекс работ по разработке, подбору химических реагентов исходя из геологических условий объекта, расчету объемов закачки, необходимых для качественного проведения работ, а также инжинирингу по сопровождению операций с целью достижения технологической эффективности и плановой дополнительной добычи нефти.

В случае осложненных геологических условий с высокой минерализацией и низкой/высокой температурой пласта разработка химических реагентов для ограничения водопритока имеет сегодня особый запрос, так как эпоха «легкой нефти» заканчивается, и нужны новые решения для поддержания высокого уровня добычи нефти. Одним из таких решений является состав Atren WSO ГК «Миррико».

Atren WSO ГК «Миррико» – смесевой продукт на основе гелеобразователя, поверхностно-активных ве-



Atren WSO ГК «Миррико»

ществ, катализатора гелеобразования и стабилизаторов в углеводородном растворителе (см. **рисунок**).

Atren WSO для ОВП селективно воздействует на пластовые флюиды. При контакте с водой образует прочный резиноподобный состав, препятствующий поступлению пластовой воды в призабойную зону скважины. При контакте с нефтью состав, не набирая вязкости, выносится из пласта.

Для приготовления закачиваемой композиции необходимы следующие компоненты:

- реагент Atren WSO;
- дизельное топливо;
- допускается замена дизельного топлива на альтернативный углеводородный растворитель (нефть, газолин, газоконденсат).

Рабочий состав готовится путем смешивания реагента Atren WSO с углеводородным растворителем в различных соотношениях: 10–50%. В качестве деструктора геля на основе Atren WSO служит 12%-я соляная кислота. Также возможно применение специального деструктора Atren GB.

Преимущества:

- Селективность. Полное отсутствие взаимодействия с углеводородами.
- Технологичность. Простота и скорость приготовления рабочего раствора.
- Отсутствие необходимости во введении дополнительных реагентов, сшивателей, стабилизаторов.
- Эффективность в условиях высокой минерализации пластовых вод.
- Хорошая адгезия сформированного геля к породе.
- Способность проникать вглубь пласта на значительные расстояния и создавать обширные водоизоляционные экраны.

В период с сентября 2021 г. по май 2022 г. были проведены ОПИ составом Atren WSO ГК «Миррико» по технологии ОВП на трех скважинах на месторождении Восточной Сибири со следующими характеристиками (**табл. 1**):

Таблица 1
Геолого-физические характеристики месторождения

Тип коллектора	терригенный
Проницаемость, мкм ² *10 ⁻³	155
Начальная пластовая температура, °С	36
Вязкость воды в пластовых условиях, мПа·с	1,5
Пористость, доли ед.	0,012
Общая минерализация, мг/л	210 000

Закачка производилась на двух наклонно направленных и одной горизонтальной скважинах.

Селективная обработка на горизонтальной скважине осуществлялась с помощью ГНКТ с доведением до обрабатываемого интервала. Проводилось предварительное геофизическое исследование на определение профиля притока и источника обводнения продукции. По вертикальным скважинам также предварительно определялся профиль притока, закачка происходила по НКТ со спуском до кровли обрабатываемого интервала. Исходя из геологических условий были определены следующие эффективные концентрации

состава для закачки: Atren WSO/УВ 10/90, 20/80 и 30/70. Применение данных концентраций позволило составу проникнуть вглубь пласта и образовать достаточно прочный экран в высокопроницаемых обводненных каналах.

Одним из преимуществ состава является простота его приготовления. Для этого необходимы лишь агрегат ЦА-320 (либо СИН-32) и технологические емкости соответствующего объема. Приготовление и перемешивание состава до нужной концентрации происходит в технологической емкости с помощью агрегата на устье скважины без привлечения дополнительного нестандартного оборудования. После этого состав готов к закачке.

В результате проведенных работ по ограничению водопритока положительные результаты получены на всех трех скважинах, что количественно отражено в дополнительно добытой нефти (табл. 2).

Наблюдается снижение обводненности по всем трем скважинам. Состав успешно показал свою селективность и эффективность в сложных геологических условиях, эффект продолжается.

После запуска скважин из освоения геолого-техническое мероприятие выходило на окупаемость уже на третий месяц. Накопленная дополнительная добыча по скважинам суммарно составила 6736,1 т.

Таблица 2
Результаты проведенного ОПИ составом ATREN WSO на трех скважинах

№ скв.	Дата	Остановочные параметры			Параметры после ОВП			Отклонение	
		Дебит жидк. м ³ /сут	Обводненность, %	Дебит нефти, т/сут	Дебит жидк., м ³ /сут	Обводненность, %	Дебит нефти, т/сут	Дебит нефти, т/сут	Обводненность, %
1	16.09.2021	493,0	98,0	8,3	343,6	92,0	23,0	14,7	-6,0
2	21.10.2021	278,0	99,0	2,3	214,4	89,0	19,7	17,4	-10,0
3	13.05.2022	382,0	98,0	6,4	281,3	91,0	21,2	14,8	-7,0

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Скорodieвская Л.А. Обводнение горизонтальных скважин Федоровского месторождения / Л.А. Скорodieвская, Р.Г. Хисматов, Ю.Н. Маслов // Нефтяное хозяйство. – № 8. – С. 34–38.

2. Петров Н.А. Механизмы формирования и технологии ограничения водопритоков / Н.А. Петров и др. – М.: Химия, 2005. – 172 с.
3. Парасюк А.В. Гелеобразующие композиции для выравнивания профиля приемистости и селективной изоляции водопритока / А.В. Парасюк и др. // Нефтяное хозяйство. – 2005. – № 2. – С. 64–68.