

ПРИМЕНЕНИЕ САМООТКЛОНЯЮЩИХСЯ КИСЛОТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ

Савенков Н.В.

Научный руководитель - доцент Ю.Н. Орлова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день самой распространенной проблемой при разработке нефтяных и газовых месторождений является проблема снижения добычи. В связи с этим, возникает необходимость в проведении работ, направленных на увеличение или восстановление фильтрационно-емкостных свойств пласта.

Среди способов воздействия на призабойную зону пласта выделяют:

- гидравлический разрыв пласта;
- тепловая обработка;
- гидropескоструйная перфорация;
- виброобработка;
- кислотная обработка.

Последний способ на практике получил наибольшее распространение. Но несмотря на многолетний опыт применения данного метода и большой объем проведенных исследований по его совершенствованию, значительная часть кислотных обработок не приводит к положительному результату [5]. Причиной неудачной обработки может служить неравномерное распространение кислоты в пласте как по площади, так и по глубине. Закачиваемый в пласт агент движется по путям наименьшего сопротивления, минуя необработанные низкопроницаемые участки. Следовательно, одной из актуальных задач нефтедобычи является повышение эффективности кислотных обработок, особенно на поздней стадии разработки месторождения.

В настоящее время активно набирают популярность методы, которые обеспечивают снижение фильтрации рабочих агентов в высокопроницаемые пропластки для отклонения кислотных растворов в низкопроницаемые [3].

Среди таких методов свою эффективность показали самоотклоняющиеся кислотные составы, способные к гелеобразованию. Вязкоупругая самоотклоняющаяся кислотная система – это безполимерная система отклонения, состоящая из соляной кислоты, смешанной с вязкоупругим поверхностно-активным гелеобразующим агентом. Действие таких систем заключается в способности поверхностно-активных веществ образовывать вязкоупругий гель при контакте кислоты с карбонатной породой.

Механизм данного процесса описывается следующим образом: закачиваемый в скважину агент вначале проникает в участки высокой проницаемости. Кислота, реагируя с карбонатными породами, образует червоточины. Взаимодействие кислотного раствора с породой сопровождается нейтрализацией кислоты, образованием хлористого кальция и повышением pH. В результате, состав композиции начинает превращаться в гель, формируя новый вязкостный барьер. Образовавшийся вязкоупругий гель временно заполняет трещины и червоточины, направляя остатки кислотного раствора в участки с более низкой проницаемостью [4]. Так создается локальное отклонение новых порций кислотного состава к ранее необработанным участкам пласта.

Гель по структуре своей в первом приближении напоминает полимерный. Основное отличие выражается в типе структурообразователя, в случае полимерного геля – молекулы полимеров, а в вязкоупругой системе – динамически существующие цилиндрические мицеллы, состоящие из поверхностно-активных веществ. При достижении определенной концентрации перекрытия данные супрамолекулярные структуры образуют так называемую сетку зацеплений, что в конечном итоге и приводит к формированию вязкоупругого геля [2].

Формированию червеобразных мицелл и их дальнейшему росту способствует ряд факторов: наличие органических и неорганических солей, величина pH и т.п. Процесс формирования червеобразных мицелл представлен на рисунке 1. Образовавшийся вязкостный барьер является временным, так как после завершения работ по обработке барьер разрушается при контакте с углеводородами или по мере нейтрализации кислоты. Очистка такой системы не требует создания больших депрессий на забое, что, в свою очередь, упрощает саму технологию и ведет к снижению стоимости операции и времени на её реализацию.

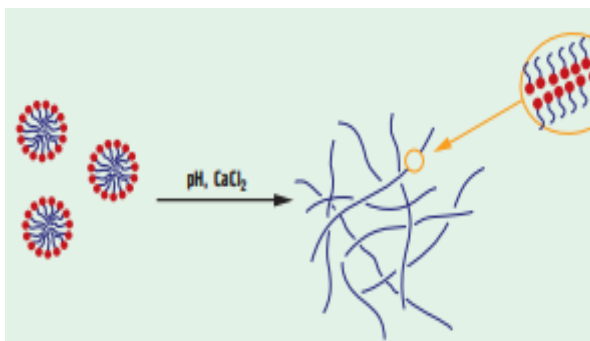


Рис. 1 Формирование червеобразных мицелл [2]

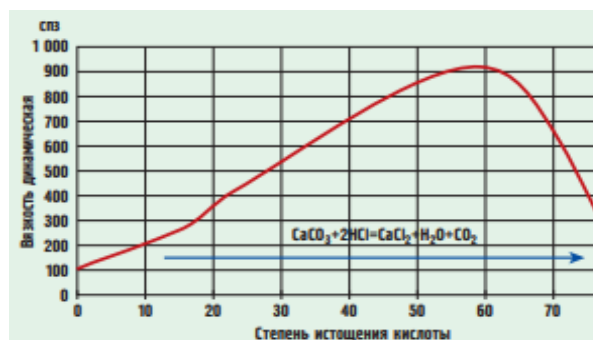


Рис. 2 Динамическая вязкость кислотного состава с добавкой 5% реагента КАТОЛ-40 в зависимости от степени истощения кислоты [2]

СЕКЦИЯ 10. ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Также, исключается вероятность повреждения призабойной зоны и нарушения ее фильтрационных характеристик. На рисунке 2 представлен характер изменения вязкости самоотклоняющегося кислотного состава в зависимости от степени истощения кислоты.

В работе были проанализированы результаты применения следующих самоотклоняющихся кислотных составов: VDA (viscoelastic diverting acid), «Катол» марки 40, СТРИМ-С, Флаксокор 210 с гелирующим агентом Сурфогель А. Вязкоупругая самоотклоняющаяся система VDA разработана специалистами компании Шлюмберже, а остальные кислотные составы являются продуктами отечественного производства.

На основе анализа мирового опыта применения данных самоотклоняющихся кислотных систем для интенсификации притока была составлена сводовая таблица (табл.). Основными ограничениями применения того или иного самоотклоняющегося кислотного состава являются температура пласта, проницаемость и обводненность.

Таблица

Свойства и критерии применимости самоотклоняющихся кислотных составов

Параметры	VDA	Кислотный состав с реагентом Катол-40	СТРИМ-С	Флаксокор 210 с гелирующим агентом Сурфогель А
Концентрация HCl, %	15	12 – 15	15	14 – 18
Плотность при 20 °С, г/см ³	–	Не менее 0,8	1,02 – 1,05	1,04 – 1,09
Исходная вязкость при 25 °С, мПа*с	25,2	10 – 15	35 – 40	20 – 30
Максимальная вязкость в пласте, мПа*с	500 – 600	300 – 400	300 – 400	600 – 700
Температура пласта, °С	До 150	До 80	До 120	До 120
Проницаемость пласта, мД	–	Свыше 5	Свыше 20	Свыше 5
Обводненность, %	До 90	До 90	До 80	До 95

В статье [1] описаны исследования трех составов с использованием поверхностно-активных веществ в качестве гелирующего агента: «СТРИМ-С», «Сурфогель марки А» и «VDA». Данное исследование проводилось с целью выбора направленной кислотной обработки призабойной зоны нагнетательных скважин месторождения им. Ю. Корчагина. Лабораторные эксперименты включали следующие операции: входной контроль реагентов, подготовку зерна и подтоварной воды, тестирование кислотных растворов, фильтрационные исследования рассматриваемых технологий и сравнительный анализ их эффективности. В результате проведенных исследований, описанных в статье [1], установлено, что эффективность самоотклоняющихся кислотных составов увеличивается в ряду: «СТРИМ-С» < «VDA» < «Сурфогель». Поэтому для повышения приемистости нагнетательных скважин на месторождении им. Ю. Корчагина в качестве самоотклоняющегося кислотного состава был выбран Флаксокор 210-С с гелирующим агентом Сурфогель А. Результатом проведения кислотной обработки является увеличение приемистости нагнетательной скважины на 221%.

На данный момент лучшей отечественной разработкой является самоотклоняющийся кислотный состав Флаксокор 210 с гелирующим агентом Сурфогель А, обладающий более широким спектром применения по сравнению с другими аналогами.

Таким образом, использование самоотклоняющихся кислотных составов для интенсификации притока в условиях падающей добычи очень актуально, а современный опыт применения говорит о высокой положительной результативности.

Литература

1. Андреев К. В. Исследования повышения приемистости нагнетательных скважин самоотклоняющимися кислотными составами в слоисто-неоднородном карбонатном коллекторе / К. В. Андреев // Нефтяное хозяйство. – 2020. – №. 11. – С. 98 – 101.
2. Бурячок С. А. Эффективная технология направленной кислотной обработки карбонатных коллекторов / С. А. Бурячок, А. В. Малыгин, М. А. Ютяев // Нефтегазовая вертикаль. – 2014. – №. 20. – С. 30 – 34.
3. Опыт проведения направленной кислотной обработки карбонатных коллекторов с использованием самоотклоняющейся кислотной системы / Д. В. Ткачев, Г. Г. Печерский, Ю. Р. Кусильдина, А. И. Гавриленко // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2016. – №. 5. – С. 21 – 26.
4. Пестриков А. В. Самоотклоняющиеся кислотные системы на основе вязкоупругих ПАВ: эксперимент и модель / А. В. Пестриков, М. Е. Политов // Сетевое издание «Нефтегазовое дело». – 2013. – №. 4. – С. 529 – 562.
5. Повышение продуктивности добывающих скважин при применении самоотклоняющегося кислотного состава (на примере скважин Оренбургского НГКМ) / О. Д. Ефимов, Ю. Ш. Рахматулина, М. Ф. Валиев, Д. С. Черевиченко // Экспозиция Нефть Газ. – 2015. – №. 7. – С. 48 – 50.