

Повышение продуктивности добывающих скважин при применении самоотклоняющегося кислотного состава «СТРИМ-С» на примере скважин Оренбургского НГКМ



О.Д. Ефимов

**Ю.Ш. Рахматулина,
М.Ф. Валиев**

/ООО «Синергия Технологий»/

Д.С. Черевиченко

/ООО «Газпром подземремонт Оренбург»/

Исследуется проблема повышения эффективности кислотных обработок скважин. Рассматриваются причины, снижающие эффективность кислотных обработок. Рассказывается о потокоотклоняющих кислотных составах, представляющих собой вязкоупругий раствор ПАВ в соляной кислоте. Предложен самоотклоняющийся состав «СТРИМ-С», представляющий собой сбалансированную композицию на основе цвиттер-ионных поверхностно-активных веществ в органическом растворителе. Описан опыт проведения химических обработок призабойной зоны скважин на Оренбургском НГКМ. Приведены результаты, полученные при обработке скважин Оренбургского НГКМ составом «СТРИМ-С».

Ключевые слова: кислотные обработки скважин, интенсификация добычи нефти и газа, карбонатные коллекторы, потокоотклоняющие кислотные составы, вязкоупругий раствор ПАВ в соляной кислоте, самоотклоняющийся состав «СТРИМ-С», Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение (ОНГКМ).

Одной из важнейших задач нефте- и газодобычи является повышение эффективности кислотных обработок скважин. Проблема становится все более актуальной в связи с тем, что в настоящее время большинство крупных месторождений отечественной нефтегазовой отрасли находится на поздней стадии разработки. Солянокислотные обработки являются наиболее распространенным способом химического воздействия на призабойную зону скважин для интенсификации добычи нефти и газа в карбонатных коллекторах. Несмотря на многолетний опыт применения и большой объем проведенных исследований, направленных на совершенство-

вание и повышение эффективности данного метода, значительная часть обработок не дает положительных результатов.

Анализ мирового промышленного опыта и данных, полученных при проведении лабораторных исследований, позволяет сделать следующие выводы об основных причинах, снижающих эффективность кислотных обработок:

1. Кислота при обработке призабойной зоны карбонатного пласта преимущественно фильтруется в самые высокопроницаемые интервалы с наибольшей приемистостью. Необработанные интервалы могут составлять до 75 % толщины продуктивного пласта. Вследствие этого остальные интервалы пласта

слабо подвергаются кислотному воздействию, не обеспечивая равномерного охвата всей толщины продуктивного пласта, при этом эффективность обработок в целом не превышает 45-65 %.

2. Кислотные растворы в первую очередь проникают в систему трещин карбонатных пород вследствие своей низкой вязкости. В связи с этим появляется необходимость ограничения проникновения кислотных составов в сеть трещин и перенаправления кислотного состава в низкопроницаемую матрицу пласта в скважинах, подвергавшихся многократным кислотным обработкам.

Высокую эффективность при обработке пластов большой мощности показали потокоотклоняющие кислотные составы, представляющие собой вязкоупругий раствор ПАВ в соляной кислоте. В основе действия таких составов лежит способность ПАВ образовывать длинные цилиндрические мицеллы в присутствии продуктов реакции соляной кислоты с карбонатной породой, в результате чего раствор приобретает вязкоупругие свойства. Образовавшийся гель создает эффективное локальное отклонение новых порций кислотного состава к другим участкам пласта. После обработки отклоняющий гель разрушается, контактируя с пластовыми жидкостями. Таким образом, применение кислотного состава на основе вязкоупругого раствора ПАВ в соляной кислоте обеспечивает равномерную обработку всей толщины пласта. После окончания обработки барьер либо разрушается при контакте с углеводородами во время работы скважины, либо растворяется в пластовых флюидах, за счет чего уменьшается время на удаление продуктов реакции. Поскольку для очистки прискважинной зоны пласта требуются низкие перепады давления в системе «пласт – забой», это ведет к значительному упрощению технологии и снижению стоимости работ.

Проведение кислотных обработок с потокоотклоняющими составами наиболее целесообразно в следующих случаях:

- некачественно выполненное крепление в зоне фильтра;
- слоистый пласт;
- открытый ствол скважины;
- высокоплотная перфорация колонны;
- трещинный тип коллектора;
- высокое содержание воды в продукции скважины.

Гелирующий агент «СТРИМ-С» представляет собой сбалансированную композицию на основе цвиттер-ионных поверхностно-активных веществ в органическом растворителе. Состав применяется в качестве гелеобразователя в самоотклоняющихся кислотных составах различной концентрации с целью повышения продуктивности добывающих скважин, эксплуатирующих продуктивные пласты с неоднородными карбонатными коллекторами и температурами от 20 до 120 °С.

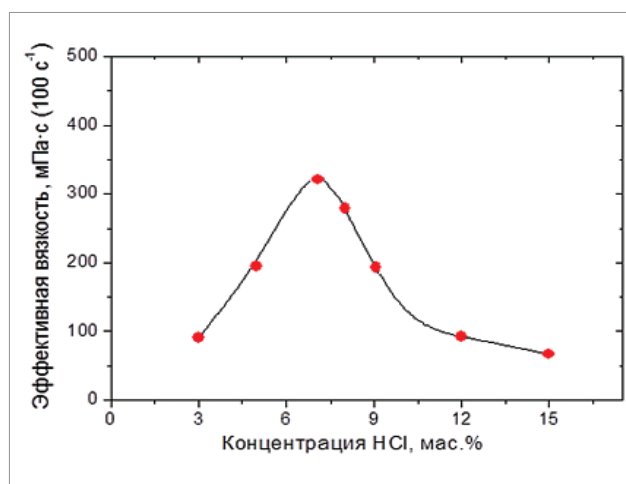


Рис. 1. Зависимость динамической вязкости (100 с⁻¹) кислотного состава с добавкой 5 % ПАВ «СТРИМ-С» от концентрации соляной кислоты

В основе технологии применения реагента «СТРИМ-С» лежит способность «самоотклоняющегося» кислотного состава многократно увеличивать вязкость в ходе реакции с карбонатной породой пласта (рис. 1).

Образующийся в результате гель создает эффективное локальное отклонение новых порций кислотного состава к ранее не обработанным низкопроницаемым участкам. В результате достигается равномерная стимуляция всего продуктивного интервала пласта. После полной нейтрализации кислоты и снижения ее активности устойчивость и вязкость вязкоупругого геля значительно снижаются, вследствие чего происходит восстановление проницаемости ранее заблокированных зон. Технические характеристики продукта приведены в табл. 1.

Механизм действия композиции можно описать следующим образом: во время закачки в скважину технологический раствор вначале проникает в зоны с высокой проницаемостью (рис. 2, а). Кислота образует червоточины (свищи) в карбонатных породах.

Во время контакта кислоты с породой кислота нейтрализуется, образуется хлористый кальций и повышается pH, состав композиции начинает превращаться в гель и образовывать новый вязкостный барьер (рис. 2, б). Гелеподобная композиция временно заполняет (закупоривает) червоточины, трещины, направляя остаток состава в зоны и слои с более низкой проницаемостью.

Таблица 1
Технические характеристики продукта

Показатель	Значение
Внешний вид при 25 °С	Жидкость темно-коричневого цвета
Показатель активности водородных ионов Н ⁺ (рН) (20 °С, 10%-ный водно-спиртовой раствор)	6,0 – 8,0
Плотность при 20 °С, г/см ³	1,02 – 1,05
Температура застывания, °С, не выше	минус 15



цаемостью. Таким образом, композиция проявляет самоотклоняющие свойства. Важная особенность самоотклоняющегося кислотного состава на основе «СТРИМ-С» заключается в том, что образовавшийся вязкостный барьер является временным. Вязкость геля снижается по мере нейтрализации кислоты, а также при контакте с углеводородами (рис. 3). Таким образом, исключается всякая вероятность повреждения фильтрационных характеристик призабойной зоны.

Самоотклоняющийся состав «СТРИМ-С» применялся на Оренбургском нефтегазоконденсатном месторождении (ОНГКМ).

Оренбургское НГКМ является уникальным по размерам, запасам и компонентному составу газа, с широким распространением нефтегазоносности как по площади, так и по разрезу. Месторождение представляет собой пластово-массивную систему нижнепермского и среднекаменноугольного возраста с этажом газоносности до 500 м, по разрезу которой выделено и изучено более 30 продуктивных пластов.

Продуктивная толща ОНГКМ характеризуется значительной неоднородностью. Средняя проницаемость по объектам для различных газонасыщенных зон залежи проницаемых поровых коллекторов изменяется от $1,72 \cdot 10^{-3}$ до $29,32 \cdot 10^{-3}$ мкм², порово-трещинных – от $0,46 \cdot 10^{-3}$ до $6,14 \cdot 10^{-3}$ мкм². В продуктивном разрезе встречаются коллекторы со значениями проницаемости в несколько раз (а иногда на порядок) выше, чем проницаемость основного массива поровых коллекторов.

Продуктивная толща залежи представляет собой три геологических объекта, сложенных в основном карбонатными породами. В каждом объекте выделено три типа коллекторов: поровый, порово-трещинный, трещинный. Работающие газом пласты трещинно-поровых и трещинных коллекторов установлены по всему продуктивному разрезу.

В процессе эксплуатации Оренбургского НГКМ наибольшее рас-

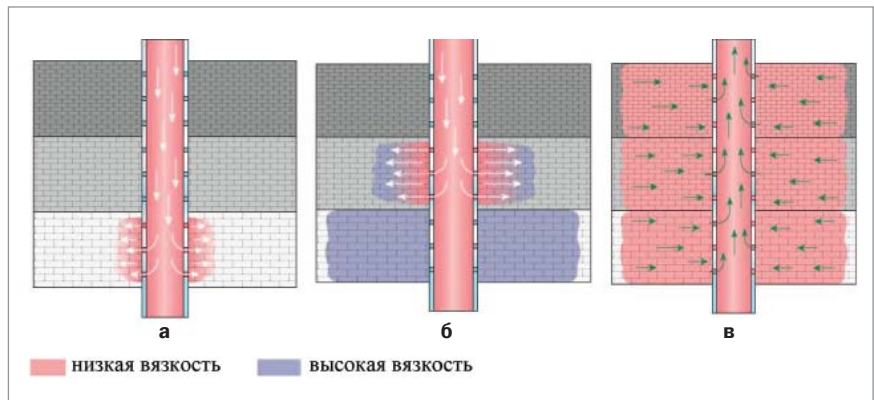


Рис. 2. Механизм действия солянокислотной композиции в пласте

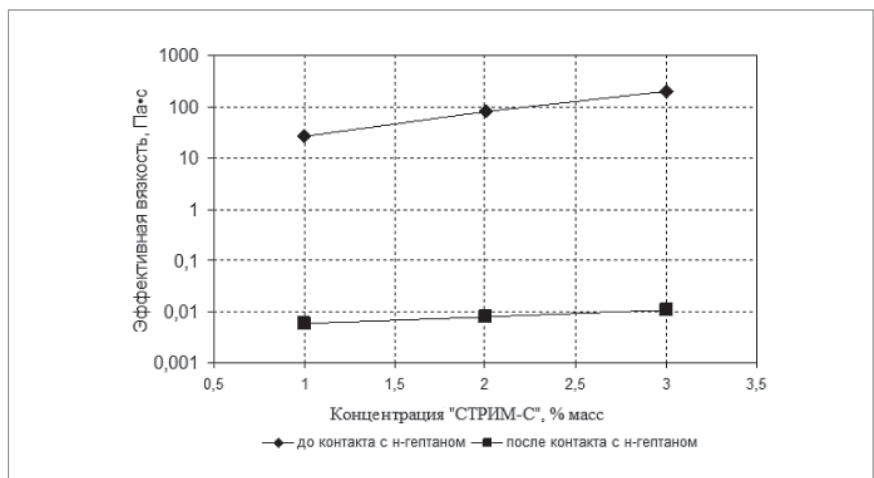


Рис. 3. Вязкость до и после контакта с гептаном

пространение получили следующие виды обработок:

- направленные кислотные обработки;
- пеноэмульсионные кислотные обработки;
- кислотно-щелочные обработки;
- освоение скважин пенными системами с применением азотных и сепарационных установок.

Опыт проведения химических обработок призабойной зоны скважин на Оренбургском НГКМ показывает, что эффективны в основном первые обработки. С увеличением числа стандартных обработок эффективность их снижается.

В 2014 г. выполнена обработка трех скважин Оренбургского НГКМ самоотклоняющимся составом «СТРИМ-С».

Обрабатываемые скважины характеризуются низким пластовым

давлением и карбонатным коллектором с большим коэффициентом трещиноватости.

При проектировании кислотных обработок с учетом выполненного ранее большого их объема упор сделан на отклонение кислоты и селективность обработки с применением отклоняющей пачки на основе вязкоупругого ПАВ.

Порядок проведения закачки на скважинах Оренбургского НГКМ:

- закачка геля-отклонителя;
- последовательная закачка порций разных вязкостей растворов и самоотклоняющегося состава соляной кислоты (15 мас.%). Расход геля составляет 1 м³ на 1 м мощности пласта, расход соляной кислоты – 1-3 м³ на 1 м мощности пласта;
- выдержка скважины на реакции;
- освоение скважин.

Результаты опытно-промышленного внедрения на Оренбургском

Таблица 2

Результаты опытно-промышленного внедрения «СТРИМ-С» на скважинах Оренбургского НГКМ

№ скв.	3016	3062	15021
Дебит воды, м ³	0	0	0
Дебит газа, м ³	15	26	52
Дебит конденсата, м ³	0,8	0,22	1,07
Интервал перфорации (эффективная мощность), м	1573-1688	1558-1626	777,8-1794,8 1727,3-1741,3 1756-1776
Забой	1640	1649,8	1851
Объем кислотной композиции	44,5	46	29
Предварительный результат освоения относительно данных до обработки	Повышение дебита на 40 %	Повышение дебита на 40 %	Повышение дебита на 35 %

НГКМ в 2014 г. гелирующего агента «СТРИМ-С» приведены в **табл. 2**.

По данным табл. 2, дебит трех скважин Оренбургского НГКМ повысился минимум на 35 %, а прирост дебита воды не отмечен.

Таким образом, при использовании самоотклоняющегося кислотного состава «СТРИМ-С»:

- повышается продуктивность добывающих скважин, эксплуатирующих пласты с неоднородными карбонатными коллекторами и температурами от 20 до 120 °С;

- образующийся в результате гель создает эффективное локальное отклонение к низкопроницаемым участкам;

- временно образовавшийся вязкостный барьер снижает свои свойства по мере полной нейтрализации кислоты, а также при контакте с углеводородами;

- исключается всякая вероятность повреждения фильтрационных характеристик призабойной зоны;

- достигается равномерная стимуляция всего продуктивного интервала пласта.

Технология **ТВИКОР** - ограничение водопритока в скважинах

ООО «Научно-производственная фирма «Нитпо»

Надежность
Оперативность
Качество

www.nitpo.ru

350049, г. Краснодар, ул. Котовского, 42
Тел./факс : (861) 216-83-63 (-64, -65), 212-85-85
e-mail: nitpo@nitpo.ru, nitpo@mail.ru