УДК 622.323

И.Х.МИНГАЛИМОВ
Самарский государственный технический университет

ПОДБОР И ОБОСНОВАНИЕ КИСЛОТНЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ ПЛАСТА

Рассмотрены результаты исследований по воздействию кислоты на карбонатную породу. Разработаны комплексы с низкой скоростью реакции. Данные составы позволяют сделать приток жидкости более интенсивным. Эффективность этих составов выше базового кислотного раствора.

The article studies results of research in acid action on carbonate rocks. Complex solutions with low reacting speed are designed. These complexes will intensify fluid influx. Efficiency of these solutions exceeds efficiency of the basic acid solution.

Извлечение нефти из пласта и любое воздействие на него осуществляются через скважины. При этом проблемы интенсификации и повышения нефтеотдачи пластов во многом определяются состоянием призабойной зоны. Скорости движения жидкости здесь, градиенты давлений, потери пластовой энергии, фильтрационные сопротивления максимальны. В пределах призабойной зоны пласта (ПЗП) теряется до 80 % всей пластовой энергии.

Формирование оптимального гидродинамического режима работы ПЗП – задача чрезвычайно сложная и часто ее приходится решать с большой долей неопределенности. На момент вскрытия продуктивного пласта скважиной не ясно строение самого пласта, изменение коллекторских свойств по мощности, распространение по пласту плохопроницаемых, экранирующих пропластков и влияние их на изменение физико-химических свойств пластовых флюидов. Установлено*, что степень ухудшения проницаемости ПЗП ведет к резкому снижению дебита скважины. В то же время, если стремиться к увеличению первоначальной проницаемости ПЗП, то значительного повышения дебита скважины не произойдет. Из сказанного ясно, что призабойная зона пласта определяет эффективность эксплуатации скважины и требует к себе постоянного внимания.

Способность породообразующих минералов (карбонатные породы, карбонатный цемент песчаников и т.д.) к растворению широко используется в настоящее время. Результатом является увеличение площади дренирования призабойной зоны пласта.

Основными химическими реакциями при воздействии соляной кислоты на карбонатные породы для известняков, доломитов, сидерита являются соответственно следующие:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2;$$

$$CaMg\,(CO_3)_2 + 4HCl =$$

$$= CaCl_2 + MgCl_2 + 2H_2O + 2CO_2;$$

$$FeCO_3 + 2HCI = FeCl_2 + H_2O + CO_2.$$

Продукт последней реакции – хлористое железо гидролизуется и выпадает из раствора в виде амофорного осадка гидро-

* Некоторые результаты исследования взаимодействия сульфаминовой кислоты с карбонатными породами / В.А.Амиян, В.С.Уголев // Разработка нефтяных месторождений и гидродинамика пласта. М.: Недра, 1970. Вып.55. С.271-279;

Комплексный подход к увеличению эффективности кислотных обработок скважин в карбонатных коллекторах / А.Г.Телин, Т.А.Исмагилов, Н.З.Ахметов, В.В.Смыков, А.И.Хисамутдинов // Нефтяное хозяйство. 2001. № 8. С.63-68.

закиси железа $FeCl_2 + 2H_2O = Fe\ (OH_2)_2 +$ + HCl.

В настоящее время в ряде нефтедобывающих районов кислотные обработки являются одним из основных методов повышения производительности скважин. Вместе с тем известно, что эффективность кислотных обработок с увеличением их числа на данной скважине снижается, а в ряде случаев неэффективными оказываются и первичные кислотные обработки. Об этом свидетельствуют и исследования, проводимые на месторождениях Самарской области.

Основными факторами, влияющими на эффективность применяемых кислотных композиций, являются: низкая скорость реакции с породой; устойчивость к образованию эмульсий и вторичных отложений в пласте; низкая скорость коррозии с металлом; равные скорости реакции в нефте- и водонасыщенной породах.

Рецептуру и вид кислотного раствора выбирают в зависимости от химического состава пород, типа коллектора и температуры.

Исследование кислотных составов проводилось в соответствии с РД 39-1-442-80. В качестве кислотных составов были взяты следующие:

состав 1 – ингибированная соляная кислота (в пересчете на HCl) 5,0-24,0 %, остальное – вода;

состав 2 – ингибированная соляная кислота (в пересчете на HCl) 5,0-24,0 %, фтористо-водородная кислота 2,0-10 %, поверхностно-активное вещество 0,1-5 %, остальное – вода;

состав 3 – ингибированная соляная кислота (в пересчете на HCl) 5,0-24,0 %, фтористо-водородная кислота 2,0-10 %, поверхностно-активное вещество 0,1-5 %, плав солей 0,01-2 %, остальное – вода;

состав 4 – сульфаминовая кислота 10-20 %, поверхностно-активное вещество 0,1-5 %, остальное – вода;

состав 5 – сульфаминовая кислота 10-20 %, поверхностно-активное вещество 0,1-5 %, плав солей 0,01-2 %, остальное – вода.

В качестве поверхностно-активных веществ использовался неонол АФ9-12, а в качестве плава солей отход химического производства с нижеследующими свойствами:

Внешний вид	Крупные светло-серые куски
Массовая доля, %:	
хлоридов	0,9-1,2
фосфатов натрия (в пересчете на P_2O_5)	50-53
K_2O	Отсутствует
Na_2O	40
железа	0,06
нерастворимых в воде веществ	0,6-1
Водородный показатель pH	9-9,1

Содержащиеся в плаве полифосфаты натрия (около 50 %) обладают свойствами устранять жесткость воды, уменьшать коррозию, усиливать моющие свойства ПАВ.

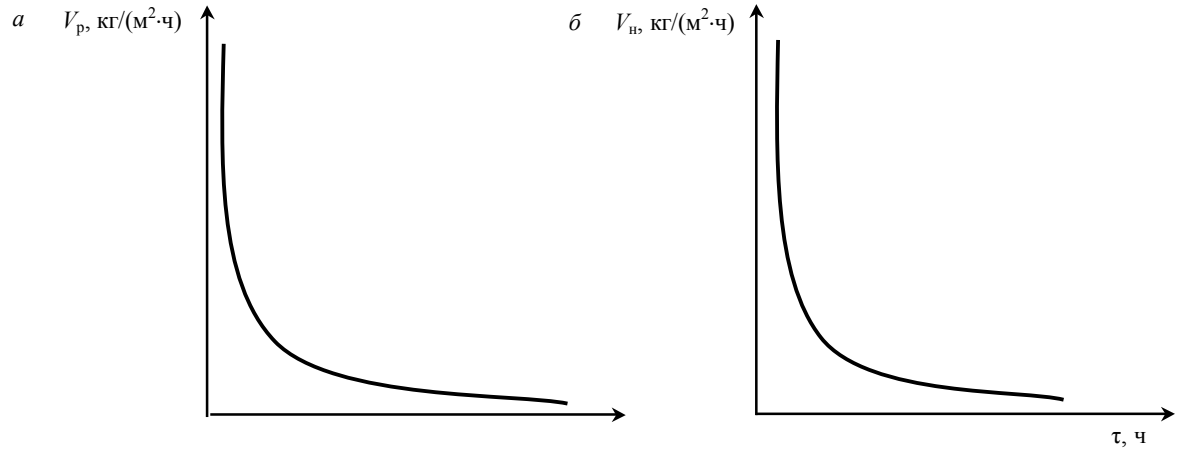
Составы на кислотной основе характеризуются скоростью нейтрализации кислоты в них, скоростью растворения породы, а также коррозионной активностью по отношению к оборудованию. Кислоты нейтрализуются по экспоненциальному закону, приведенному на рисунке, который описывается в общем виде зависимостью

$$C = C_0\, e^{-\alpha\tau},$$

где C, C_0 – текущая и исходная концентрации кислоты; α – коэффициент, учитывающий физико-химические процессы взаимодействия; τ – время.

Определяли кинетику газовыделения при реакции кислотных составов с мрамором, по которой и находили скорость реакции образца породы и кислотными составами. Применяемые кислотные составы на основе соляной кислоты должны содержать не более 18 % ингибированной соляной кислоты (в пересчете на HCl).

Из исследований составов на основе соляной и сульфаминовой кислот определили, что скорость растворения кислотных составов на основе сульфаминовой кислоты



Динамика растворения породы (*а*) и нейтрализации кислоты (*б*)

Разработанные композиции

Наименование состава	Характеристика состава (см. текст)	Технология проведения работ
Кислотный состав улучшенной фильтруемости	Состав 2	Закачка приготовленного раствора
Стабилизированный кислотный состав	Состав 3	То же
Глубоко проникающий стабилизированный кислотный состав для низкотемпературных пластов	Состав 4	" – "
Газированный кислотный состав	Составы 2-4, газированные азотом	Закачка раствора и азота через аэратор
Кислотный состав + растворитель	Составы 2-4 и растворитель, в состав которого входит 50 %СФПК и 50 % дизтоплива	Циклическая закачка оторочек растворов

значительно ниже, чем у композиций на основе соляной кислоты. Одним из ограничений составов на основе сульфаминовой кислоты является температура его использования (при температуре выше 60 °С раствор кислоты разрушается). Для высокотемпературных пластов (с температурой более 60 °С) необходимо использовать состав 3.

На основании приведенных экспериментов были разработаны композиции для разных геолого-промысловых условий (см. таблицу).

Научный руководитель доц. *В.В.Живаева*