

К.Э. Кан
АО «O'ZLITINEFTGAZ»
Ташкент, Узбекистан

ПОВЫШЕНИЕ ГАЗООТДАЧИ ПЛАСТОВ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКОЙ ПЛАСТА В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ДАВЛЕНИЙ

***Аннотация.** С целью восстановления проницаемости применяют методы интенсификации. Одним из таких методов является кислотная обработка. Согласно опыту промысловых работ по интенсификации притока нефти и газа в скважине путем обработки призабойной зоны пласта кислотосодержащими рабочими жидкостями.*

К.Е. Kan
JSC "O'ZLITINEFTGAZ"
Tashkent, Uzbekistan

INCREASING THE GAS RECOVERY OF FORMATIONS BY ACID TREATMENT OF THE FORMATION AT LOW PRESSURES

***Abstract.** In order to restore permeability, intensification methods are used. One of these methods is acid treatment. According to the experience of field operations to intensify the inflow of oil and gas into the well by treating the bottom-hole zone of the formation with acid-containing working fluids.*

В настоящее время все чаще наблюдается ранее естественное падение добычи газа на газоконденсатных месторождениях, что приводит к необходимости выбора наиболее эффективного использования технологий доразработки месторождения, путем кислотной обработки призабойной зоны пласта (ПЗП) для повышения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС), позволяющий вести эффективную и рентабельную добычу газа [1,2].

Причиной недостаточной эффективности кислотного воздействия на ПЗП часто является не учет особенностей литолого-петрофизических свойств обрабатываемых коллекторов [3,4].

В целях подбора оптимального состава рецептур и оценки эффективности воздействия различных кислотных систем на карбонатные коллектора были проведены лабораторные исследования.

Кислотная обработка один из самых эффективных и широко применяющихся методов воздействия на призабойную зону пласта, также применяющийся для интенсификации добычи полезных ископаемых.

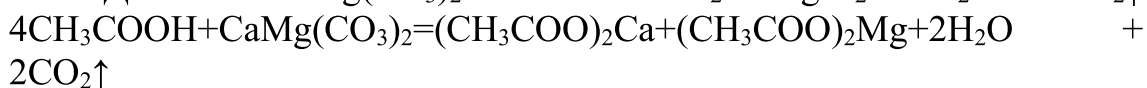
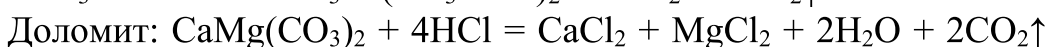
Влияние технологических жидкостей на проницаемость пласта в призабойной зоне скважины, а значит, и продуктивность при бурении, вторичном вскрытии и освоении является ощутимым. При составлении программ освоения скважин, планируется проведение дополнительных мероприятий по восстановлению начальных характеристик продуктивного пласта, одним из которых является кислотная обработка.

Однако накопленный промысловый опыт свидетельствует о недостаточной степени проработанности данного вопроса. Зачастую выбор необходимого кислотного состава проводится без достаточного научно-методологического обоснования. В частности, не принимается во внимание минералогический состав пород конкретного интервала воздействия.

Анализ полученных результатов показал, что основной особенностью минерального состава исследованных карбонатных пород является высокое содержание в них карбонатных минералов – доля кальцита/известняка до 37,6%, доля доломита до 49,9%. Доля глинистых минералов составляет около 3%.

Рецептуры для кислотной обработки были предоставлены представителем Заказчика. В основе рецептов представлена соляная кислота, для ингибирования реакции с кальцитом была добавлена и уксусная кислота.

Карбонатная составляющая пород в основном представлена солями угольной кислоты и карбонатным цементом – кальцит, доломит и сидерит. При кислотной обработке карбонатные минералы, реагируют с соляной (HCl) и уксусной (CH₃COOH) кислотами по уравнениям:



При температурах выше 70°C скорость реакции соляной кислоты с карбонатной составляющей породы сильно возрастает. Поэтому, помимо соляной кислоты, в составы технологических жидкостей включены уксусная кислота. Ее преимуществом является более низкая скорость реакции с карбонатными минералами в сравнении с соляной кислотой, что обеспечивает значительное увеличение длительности действия кислотного состава при повышенных температурах,

способствует глубокому проникновению кислотного состава в пласт и, как следствие, увеличивает эффективность кислотной обработки. Помимо более низкой скорости реакции с карбонатами, уксусная кислота обладает более низкой коррозионной активностью.

Стоит отметить то, что расчет рецептур проводился поэтапно – эффективность каждой компоненты проверялась на отдельной пластинке горной породы. Для того чтобы минимизировать влияния неоднородности пород на результат, все пластины были высверлены из интервала 1531,3-1531,4 м.

Одной из наиболее важных характеристик кислотных составов для обработки призабойных зон пласта является скорость реакции кислотного раствора с породой.

Для приведения масс образцов, прореагировавших с кислотными составами, к единому показателю применяется сравнение площади поверхности контакта до реакции с единой площадью поверхности контакта (образец с параметрами $d=30$ мм, $l=10$ мм), т.е. происходит пересчет масс. Были рассчитаны растворимости образцов по данным лабораторного анализа в каждый промежуток времени и построены зависимости растворимости отдельных образцов от времени реакции при температуре 60°C в течение 4 часов. Количество растворенной породы рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{кв}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1},$$

где m_1 – масса насыщенного образца до опыта, г; m_2 – масса насыщенного образца после опыта, г.

Относительная скорость растворения рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{отн}} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot \frac{1}{t} \cdot 1000 = \frac{P_{\text{кв}}}{t} \cdot 1000,$$

где V – скорость растворения пробы, $10^{-3} \cdot \text{л/мин}$; $P_{\text{кв}}$ – количество растворенной породы, д.е.; t – время испытания, мин.

Увеличение содержания соляной кислоты увеличивает скорость реакции на протяжении всего периода наблюдения. Стоит отметить незначительную скорость реакции после 2-х часового наблюдения.

Внешний вид пластинок после температурного воздействия кислотного состава подтверждает факт растворения карбонатной составляющей цемента. Наблюдается значительное увеличение пор и появление каверн. При этом включения доломита и прочих нерастворимых минералов образуют основу минерального скелета.

Дальнейшие исследования с цилиндрическими образцами пород позволит выявить лучший кислотный состав по степени влияния на ФЕС.

В ходе экспериментов было исследовано влияние 2 представленных кислотных составов на 8 образцах месторождения Восточный Ташлы. В ходе исследования был проверен эффект длительного воздействия кислотного состава на образцы (4 часа). Два образца из более глубоко залегающих пластов (825-11 и 831-11) представлены для сравнения взаимодействия растворов с породой близкой по минералогическому составу (825-11) и с повышенным содержанием известняка (831-11 – известняк 87,3%, доломит 0,6%). Дублирование результатов по основному интервалу позволяет уменьшить фактор неоднородности горных пород и улучшить точность прогнозирования результатов кислотной обработки.

Положительный эффект от моделирования кислотной обработки на образцах горных пород проявляется в улучшении фильтрационно-емкостных свойств. В связи с этим, в методике проведения экспериментальных исследований по оценке эффективности закачки кислотных составов на фильтрационно-емкостные свойства испытуемых образцов, предусмотрено определение этих свойств до и после опыта.

Фильтрационные параметры испытуемого образца: проницаемость по воде (пластовой) определяется в ходе опыта, не извлекая образец из камеры высокого давления, в которой создаются пластовые условия. Абсолютная проницаемость по газу и коэффициент открытой пористости образца определяется после извлечения из камеры, ее экстрагирования и сушки. Основным параметром выявления эффективности кислотной обработки была выбрана проницаемость по воде в пластовых условиях.

Были исследованы два варианта воздействия на пласт в течение 2 часов и 4 часов. Результат показал несущественные изменения для раствора №2. Относительно раствора №1 продолжительные 4-х часовые обработки могут привести к частичному осаждению продуктов реакции из-за того, что соляная кислота полностью взаимодействует с горной породой за данный промежуток при концентрации 2,5%.

Реакция с породой (825-11) с близкой по минералогическому составу, но имеющая меньшее содержание доломита, показала положительный эффект. Отсутствие червоточины на стороне выхода кислоты свидетельствует об относительно низкой проникающей способности раствора №1. Порода (831-11) с низкими ФЕС и высоким

содержанием известняков, как и предполагалось, показала отсутствие результата по взаимодействию с кислотой – весь объем породы растворялся равномерно, что и связано с увеличением пористости на 0,79%.

Исходя из полученных результатов считаем то, что для промышленного внедрения кислотной обработки призабойной зоны скважин, как эффективного метода интенсификации добычи углеводородов на месторождениях БХР, считаем целесообразным продолжение промысловых испытаний по влиянию кислотных составов на пласт.

Список использованных источников

1. Сидоровский В.А. Вскрытие пластов и повышение продуктивности скважин М. «Недра» 1978 г. - 256 с.
2. Силин М.А., Магадова Л.А., Цыганков В.А., Мухин М.М., Давлетшина Л.Ф. Кислотные обработки пластов и методики испытания кислотных составов: Учеб. пособие для студентов вузов. - М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2011 г. -120 с.
3. Ханин А.А. Петрофизика нефтяных и газовых пластов. - М.: Недра, 1976 г. - 295с.
4. Хайитов Н.Ш., Джалилов Г.Г., Муминов А.С. «Разработка рецептур кислотных растворов и методики проведения кислотных обработок с целью увеличения притока углеводородов на месторождениях Шаркий Бердах, Арслан, Бескала». Отчет АО «ИГИРНИГМ», Ташкент-2018г-177с.

УДК 338.465:621.31(470.11)

Л.С. Корельский, А.Г. Голубев, А.Д. Понкратов

Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова
Архангельск, Россия

ПРОБЛЕМА ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ И ДЕФИЦИТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассмотрена проблема образования цен на электроэнергию в Архангельской области вследствие ее дефицита. Представлены варианты его покрытия, а также процент снижения цены на электроэнергию.