

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЕСЧАНО-АЛЕВРОЛИТОВЫЕ
ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ
ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

А.Ш. Халадов

*ГОУ ВПО «Грозненский государственный нефтяной институт
им. акад. М.Д. Миллионщикова», г. Грозный*

Рецензент С.И. Дворецкий

Ключевые слова и фразы: грязекислотный раствор; защита подземного оборудования; пластовая температура; рабочий агент.

Аннотация: Представлен анализ литературных данных и результаты лабораторных исследований и промысловых работ. Показано, что известные кислотные агенты и технологии их применения не дают существенного улучшения параметров процесса интенсификации отборов нефти в сложных горно-геологических условиях.

Как и для большинства глубоководных песчано-алевролитовых пород в нижнемеловых отложениях Восточного Предкавказья основным цементирующим материалом является гидрослюда, часто с аутогенным хлоритом и кальцитом [1, 2]. Гидрослюда и аутогенный хлорит заполняют поры и накапливаются в виде отдельных каемок в цементах контактного, пленочного и порового типов. Заполнение первичных седиментационных пор аутогенными новообразованиями, чаще всего кварцем и хлоритом, усиливает монолитность горной породы. При этом плотность породы повышается, и в ней развивается открытая трещиноватость [2].

Большинство мезозойских залежей находится на поздней стадии разработки, что создает ряд проблем, главными из которых являются интенсивное обводнение продукции скважин и резкое снижение притоков нефти.

Основным способом интенсификации притоков нефти из песчано-алевролитовых продуктивных отложений нижнемелового возраста в объединении «Грознефть» является обработка призабойной зоны пласта грязекислотой или гидрофобной нефтекислотной эмульсией на ее основе.

Халадов А.Ш. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Бурение, разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» ГГНИ, г. Грозный.

За десять лет в скважинах проведено 32 обработки с целью интенсификации отборов нефти. Необходимо отметить, что основная доля этих работ проводилась на скважинах, добывающих безводную продукцию.

Технология обработок заключалась в приготовлении рабочего агента (грязекислотного раствора или эмульсии на его основе), закачке его в скважину и продавке в пласт водой или нефтью. Тип рабочего агента выбирался в зависимости от пластовой температуры и цели обработки. Обработка грязекислотными растворами проводилась преимущественно в скважинах, эксплуатирующих пласты с температурой до 110 °С. Помимо высокой скорости нейтрализации кислоты в пласте при этих температурах происходил значительный коррозионный износ насосно-компрессорных труб. В этой связи при интенсификации отборов нефти из пласта с более высокой температурой проводились, главным образом, обработки гидрофобными кислотными эмульсиями, стабилизированными алифатическими аминами.

При проведении этих работ использовалась грязевая кислота, содержащая 12–15 % HCl и до 3 % фтористого водорода. Объем рабочего агента составлял от 0,2 до 1,5 м³ на 1 погонный метр интервала перфорации обсадной колонны, объем продавочной жидкости – 1,0–1,5 объема лифта. Время выдержки рабочего агента в пласте изменялось от 0,5 до 24 ч, но обычно продукты реакции извлекались из пласта сразу же по окончании продавки, что предотвращало осадкообразование и набухание глинистых минералов породы пласта [3–5].

Анализ имеющихся данных показывает, что успешность обработок зависит от типа рабочего агента. Наиболее высокая успешность у нефтекислотных эмульсий. В то же время эффективность зависит от необходимой глубины обработок. Так, средняя успешность обработок эмульсиями в процессе освоения скважин составляет 55 %, а при интенсификации притока – 66,6 %. При обработках грязекислотными растворами зависимость обратная – успешность обработок при освоении составляет 62 %, в то время как при интенсификации притока – всего 50 %. По-видимому, это можно объяснить скоростью нейтрализации кислоты и размерами зоны охвата пласта химическим воздействием. Действительно, успешность обработок скважин при их освоении после бурения зависит от степени очистки призабойной зоны пласта, загрязненной в процессе его вскрытия. Как правило, в этот период скважины обладают невысокой приемистостью, и закачка структурированной жидкости (нефтекислотной эмульсин) осуществляется при низкой производительности насосных агрегатов из-за чрезмерно высоких давлений нагнетания. Это приводит к тому, что время закачки эмульсии в пласт становится соизмеримым с периодом ее стабильности, что, в свою очередь, приводит к нейтрализации кислоты в непосредственной близости от забоя скважины, как и в случае применения обычных грязекислотных растворов. Именно поэтому успешность применения грязекислотных растворов и эмульсий при освоении скважин примерно одинакова.

При обработках добывающих скважин обычно требуется воздействовать на более удаленные зоны пласта, обработать которые растворами грязекислоты не всегда возможно из-за быстрой ее нейтрализации. В этих

условиях применение эмульгированной кислоты значительно эффективнее. Сделанные выводы подтверждаются данными об эффективности обработок добывающих скважин в зависимости от температуры пласта. Как видно из рис. 1, с повышением температуры эффективность обработок резко снижается, что является следствием увеличения скорости нейтрализации кислотного агента и сокращения зоны обработки пласта.

Используя зависимости, приведенные на рис. 1, для рассмотренного интервала температур (100...170 °С) можно определить область применения этих растворов. В добывающих скважинах грязекислотные растворы целесообразно использовать при пластовых температурах до 110...115 °С, а нефтекислотные эмульсии – до 140...170 °С [6].

Применение гидрофобных кислотных эмульсий, наряду с уменьшением коррозионного разрушения подземного оборудования скважин, позволило повысить эффективность химического воздействия на наиболее проницаемые интервалы вскрытой части пласта. Однако в дальнейшем эффективность данных обработок снизилась, причиной этого стала неравномерная фильтрация кислотных эмульсий.

На результаты обработок оказывают влияние и другие технологические факторы, такие как удельный расход кислоты и объем продавочной жидкости. Эффективность обработок возрастает пропорционально увеличению объема плавиковой кислоты, поступившей на 1 погонный метр вскрытой толщины пласта, так как увеличивается объем растворенной породы. Для обработки полученных промысловых результатов был использован метод минимальных модулей (выборочной медианы), который по-

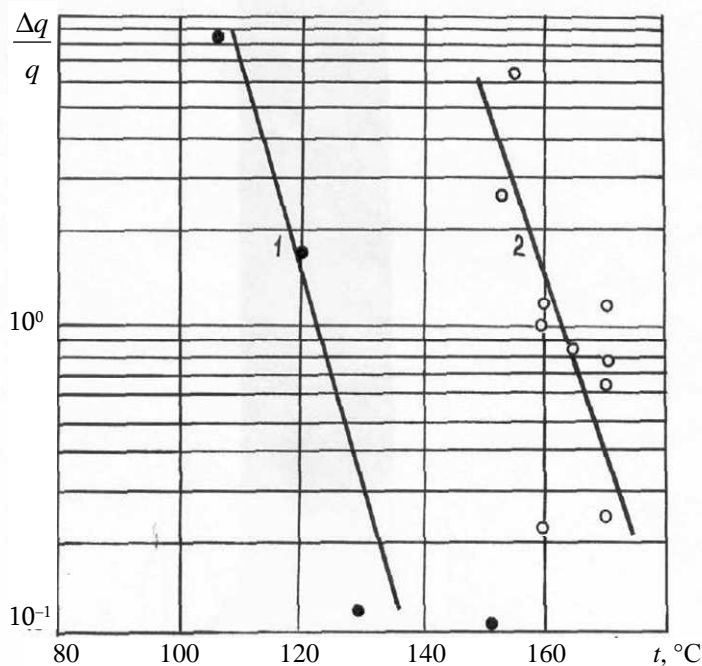


Рис. 1. Зависимость влияния пластовой температуры на эффективность обработок пласта: 1 – для грязекислотных растворов; 2 – для гидрофобных эмульсий на основе грязекислоты

зволяет получить минимальную ошибку при небольшом количестве экспериментов [7]. При этом влияние удельного расхода плавиковой кислоты, содержащейся в грязекислотном растворе, на эффективность обработки с достаточной степенью точности (коэффициент корреляции равен 0,984) описывается уравнением

$$\frac{\Delta q}{q} = 0,1093 + 0,0654G, \quad (1)$$

где G – удельный расход плавиковой кислоты, кг/м; Δq – прирост добычи нефти, т/сут.; q – добыча нефти до обработки, т/сут.

Объем продавочной жидкости также оказывает влияние на результаты обработок. С увеличением объема продавочной жидкости эффективность обработок вначале резко возрастает, а затем стабилизируется. Это объясняется, с одной стороны, увеличением времени контактирования кислотного агента с горной породой пласта в динамике и увеличением глубины обработки пласта по простиранию. С другой стороны, большие объемы продавки способствуют размыву оторочки отреагированной кислоты, понижению концентрации продуктов реакции и оттеснению их вглубь пласта, где влияние возможного снижения проницаемости пласта за счет образования вторичных осадков на производительность скважин не сказывается.

Чрезмерное увеличение объема продавочной жидкости не оказывает влияния на эффективность обработок, так как время закачки этих объемов, видимо, превышает период полной нейтрализации кислоты, а оттеснение продуктов реакции и их размыв достигаются при меньших объемах продавки. При этом, поскольку кислота на 90 % нейтрализуется в пласте очень быстро, влияние размыва оторочки продуктов реакции и оттеснение их вглубь пласта продавочной жидкостью, вероятно, сказывается значительно сильнее, чем время контактирования кислоты с породой в процессе ее закачки и продавки. Об этом, в частности, свидетельствуют результаты обработок скважин №№ 49 и 66 Заманкул, в которых после закачки была сделана выдержка кислоты в призабойной зоне пласта на реагирование в течение 14–16 часов. Обе эти обработки оказались неэффективными.

Обводненность добываемой продукции существенно влияет на эффективность работ по интенсификации отборов нефти. Как показал анализ результатов грязекислотных обработок, проведенных на скважинах, эксплуатирующих глубокозалегающие трещинно-поровые, песчано-алевролитовые коллекторы Ставропольского края, если обводненность добываемой продукции составляет менее 80 %, то успешность обработок достигает 50 %, а по группе скважин с обводненностью более 80 % – лишь 14 % [8]. Такие результаты в условиях зоны водонефтяного контакта (ВНК) к забою скважин объясняется поступлением кислотного раствора в обводнившиеся зоны пластов, в которых облегчен доступ кислотного раствора к гидратированным частицам глинистых минералов, а разбавление продуктов реакции водой снижает отрицательное действие геля, образующегося при растворении силикатов [9].

Установлено [10, 11], что эффективность последующих кислотных обработок, проведенных по одинаковой технологии, снижается. Это обу-

словлено быстрой нейтрализацией кислоты в поровом пространстве и поглощением ее в основном ранее обработанными и высокопроницаемыми интервалами пласта, а также выработкой кислоторастворимых частиц.

Анализ результатов обработок глубоких скважин грязекислотными растворами показывает, что эффективность этих способов воздействия на песчано-алевролитовые пласты определяется геолого-физическими и технологическими факторами, и имеет область применения, ограниченную пластовой температурой до 170 °С. В этих условиях существующие способы не обеспечивают защиту подземного оборудования скважин от чрезмерной кислотной коррозии. Высокая скорость растворения горной породы в кислотных агентах и фильтрация их по высокопроницаемым интервалам разреза приводит, особенно при наличии воды в добываемой продукции, к нейтрализации кислоты в высокопроницаемых зонах пласта, непосредственно прилегающих к забою скважины. В результате одновременно с повышением продуктивности скважин увеличивается приток пластовой воды.

Таким образом, анализ литературных данных, результатов лабораторных исследований и промысловых работ показал, что известные кислотные агенты и технологии их применения не дают существенного улучшения параметров процесса интенсификации отборов нефти в сложных горно-геологических условиях.

Список литературы

1. Разработка технологии кислотной обработки глубокозалегающих низкопроницаемых слабокарбонизированных коллекторов Прикарпатья с целью увеличения проницаемости призабойной зоны : отчет о НИР : шифр 235 ; № ГР 69006791 / Центр. науч.-исслед. лаборатория Управления нефтедобывающей промышленности при Совете Министров УССР ; рук. Ю.Д. Качмар. – Ивано-Франковск, 1979. – 174 с.

2. Смольянинова, К.И. Вторичное минералообразование в коллекторах альб-аптского возраста Терско-Сунженской газоносной области / К.И. Смольянинова, В.А. Коньшева // Новое в геологическом строении и перспективах нефтегазоносности Северо-Восточного Кавказа : сб. науч. тр. ; СевКавНИПИнефть. – Грозный, 1980. – Вып. 33. – С. 20–30.

3. Вадецкий, Ю.В. Испытание трещиноватых коллекторов в процессе бурения / Ю.В. Вадецкий, К.М. Обморышев, В.И. Окунь. – М. : Недра, 1976. – 157 с.

4. Качмар, Ю.Д. Кислотная обработка глубокозалегающих низкопроницаемых коллекторов / Ю.Д. Качмар, В.И. Михалевич // Нефтепромысловое дело. – 1987. – № 5. – С. 35–37.

5. Никишина, Л.А. Новое в вопросах воздействия на призабойную зону скважин / Л.А. Никишина, В.Н. Мартос // Обзор зарубеж. литературы. – Сер. Добыча. – М. : ВНИИОЭНГ, 1971. – 87 с.

6. Комисаров, А.И. Интенсификация притоков жидкости из глубокозалегающих терригенных отложений ЧИ АССР / А.И. Комисаров, В.А. Яровой, Н.Н. Лемешко // Нефтепромысловое дело. – 1983. – № 9. – С. 18–19.

7. Элясберг, П.Е. Измерительная информация: сколько её нужно? Как ее обработать? / П.Е. Элясберг. – М. : Наука, 1983. – 208 с.

8. Кислотные воздействия на призабойную зону пласта месторождений Ставрополя / Г.И. Шеломенцев [и др.] // Нефтепромысловое дело. – 1983. – № 9. – С. 17–18.

9. Аптикаев, Р.С. Взаимодействие кислотных композиций с аргиллитами / Р.С. Аптикаев, Ш.С. Гарифуллин, Б.Г. Логинов // Нефтяное хозяйство. – 1982. – № 7. – С. 17–19.

10. Басниев, К.С. Расчет влияния кислотной обработки на проницаемость призабойной зоны / К.С. Басниев, В.В. Жиров // Нефтепромысловое дело. – 1974. – № 4. – С. 27–30.

11. Глазова, В.М. Совершенствование методов интенсификации притока нефти к забою скважин кислотных обработок / В.М. Глазова, Г.И. Трахтман // Обзорн. информация. – Сер. Нефтепромысловое дело. – М. : ВНИИОЭНГ, 1985. – 60 с.

Analysis of Efficiency of Chemical Methods of Influence on Shelfal Delta-Front Sandstone and Siltstone Crack-Porous Deposits in Eastern Ciscaucasia

A.Sh. Khaladov

*Grozny State Oil Institute named after Academician
M.D. Millionshchikov, Grozny*

Key words and phrases: mud-acid solution; underground equipment protection; layer temperature; working agent.

Abstract: The paper presents the analysis of previous research, experimental data and field operations. It is shown that existing acid agents and technologies of their application do not improve significantly the parameters of oil selection intensification process in a complex mining-and-geological environment.

© А.Ш. Халадов, 2008