

© Р.А.Мусаев, А.И.Асадов, Э.Г.Халилов, 2008

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИЗАБОЙНУЮ ЗОНУ СКВАЖИН РАСТВОРОМ ОТРАБОТАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Р.А.Мусаев, А.И.Асадов, Э.Г.Халилов

*Институт геологии НАН Азербайджана
AZ1143, Баку, просп. Г.Джавида, 29А*

В статье приведены результаты экспериментального исследования влияния растворов отработанной серной кислоты, времени их выдержки в пористой среде и градиента давления на эффективность химической обработки.

На основе полученных данных разработан метод обработки призабойной зоны скважин с производными продуктами серной кислоты.

Известно, что снижение проницаемости пласта в призабойной зоне обычно происходит в результате физико-литологических, физико-химических и термохимических явлений. Эти факторы, нарушающие сообщение пласта со скважиной, уменьшают ее продуктивность. Для увеличения или же восстановления ухудшенной проницаемости призабойной зоны скважин обычно применяют растворы соляной кислоты или же его модификации в зависимости от физико-литологического состава породы в пласте в различных вариантах (Сидеровский, 1978; Салаватов и др., 2000; Гаврюлюк и др., 2001). Основным недостатком растворов соляной кислоты для обработки призабойной зоны является высокая скорость химической реакции между кислотой и карбонатными породами (Мусаев и др., 2007). В связи с этим большой интерес представляют пути повышения проницаемости зоны путем изыскания кислотосодержащих продуктов (Абасов, Мусаев, 2005). Проведенными физико-химическими исследованиями была выявлена возможность использования растворов отработанной серной кислоты (ОСК) для химической обработки призабойной зоны скважин (Мусаев и др., 2007).

В данной работе изучено влияние 15%-

ного раствора ОСК и соляной кислоты на изменение проницаемости пористой среды. В опытах использована порода из кирмакинской свиты, характеристика которой приведена в таблице.

Модели пористой среды были созданы в экспериментальных колонках, представляющих собой трубы из органического стекла длиной 0,5 м и диаметром 0,025 м. Изготовленная модель пористой среды вакуумировалась и насыщалась пресной водой, после чего определялась проницаемость по воде, затем вода замещалась растворами кислот. Система оставлялась на определенное время для осуществления реакции кислоты с карбонатами пористой среды, и вновь определялась водопроницаемость. Опыты проводились при комнатной температуре и градиенте давления, равном $0,05 \div 0,2$ МПа/м.

После обработки породы растворами кислот во всех случаях вначале наблюдается уменьшение водопроницаемости, а затем ее возрастание. Так, например, после обработки модели пласта с проницаемостью $6,5 \text{ мкм}^2$ 15%-ным раствором ОСК, ее проницаемость уменьшается на 41%. Такая же закономерность, но с меньшей интенсивностью, наблюдается и для растворов соляной кислоты.

Характеристика образцов кирмакинской свиты

Образцы	Карбонатность, %	Глинистость, %	Плотность, кг/м ³	Пористость, %	Проницаемость, мкм ²
1	12,0	15,0	2620	38-35	14,6-13,6
2	11,5	17,8	2630	32-30	6,4-6,0
3	10,0	20,5	2650	28-27	1,0-0,53

Опыты показывают, что увеличение проницаемости зависит от характера кислоты и объема прокачиваемой воды. Указанное изменение проницаемости пористой среды связано с тем, что при взаимодействии соляной кислоты с карбонатными породами образуются соли (хлористый кальций и хлористый магний), которые легко растворяются в воде. Поэтому по сравнению с раствором ОСК наблюдается увеличение проницаемости пористой среды в большей степени. Визуальные наблюдения показали, что при фильтрации воды через пористую среду после обработки ее 15%-ным раствором ОСК наблюдается вынос из модели вместе с водой мелкодисперсных кристаллических осадков. Эти осадки образуются в результате химической реакции между ОСК и карбонатными породами и представляют собой нерастворимые в воде соли сульфатов кальция и магния.

Очевидно, образовавшиеся кристаллические осадки не выносятся полностью водой из пористой среды. Незначительная часть этих осадков, оставаясь в пористой среде, закупоривает поры и каналы. Поэтому по сравнению с раствором соляной кислоты в случае ОСК наблюдается относительно меньший рост проницаемости пористой среды. При этом большее снижение проницаемости наблюдается для пористых сред с меньшими проницаемостями. Как видно из кривых зависимостей (рис.1), после обработки модели пласта 15%-ным раствором соляной кислоты ее первоначальная проницаемость практически восстанавливается после фильтрации 20 объемов пор воды.

Несколько иные результаты получены при использовании в качестве кислоты растворов ОСК. В этом случае водопроницаемость не восстанавливается полностью. Даже при прокачке через модель 30 объемов пор воды проницаемость равна $0,5 \text{ мкм}^2$.

Было изучено также влияние времени выдержки раствора ОСК на изменение проницаемости модели пласта в зависимости от объема воды, прокаченной через пористую среду. Установлено, что более интенсивное восстановление водопроницаемости пористой среды происходит в течение 8 часов (рис.2).

На рис. 3 представлены результаты изучения влияния градиента давления на измене-

ние водопроницаемости пористой среды после обработки ее 15%-ным раствором ОСК. В этих опытах система оставалась на 8 часов для осуществления реакции кислоты с карбонатами породы, а затем при различных градиентах давления определялась водопроницаемость пористой среды. Установлено, что с повышением градиента давления водопроницаемость модели пласта увеличивается, причем это увеличение в значительной степени зависит от величины градиента давления. При градиенте давления $0,1 \text{ МПа/м}$ водопроницаемость практически восстанавливается до первоначального значения. Как видно из представленных кривых зависимостей, при градиенте давления $0,15$ и $0,2 \text{ МПа/м}$ с увеличением объема закачиваемой воды наблюдается более интенсивное увеличение водопроницаемости пористой среды. Так, например, при градиенте давления $0,2 \text{ МПа/м}$ при фильтрации 8-10 объемов пор воды по сравнению с первоначальным значением проницаемость практически увеличивается на 20%.

Визуальные наблюдения показали, что фильтрация воды сквозь пористую среду при больших градиентах давления приводит к большому выносу осадков из пористой среды, это является следствием увеличения проницаемости пористой среды после обработки ее 15%-ным раствором отработанной серной кислоты.

Таким образом, проведенные лабораторные опыты показали, что применение растворов ОСК в определенных условиях позволяет увеличить производительность скважин.

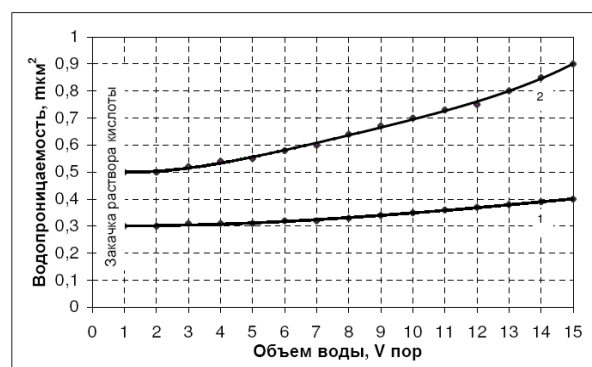


Рис. 1. Зависимость водопроницаемости модели пласта от объема прокаченной воды после обработки ее 15%-ным раствором ОСК (1) и HCl (2).

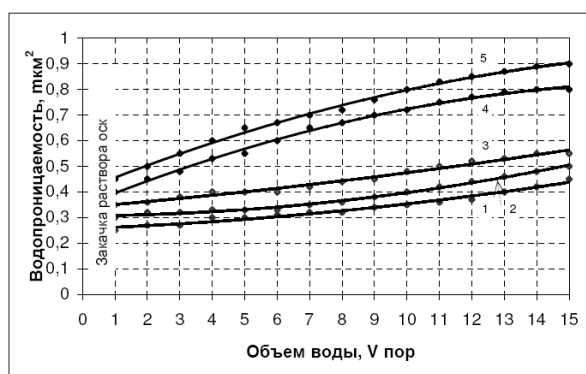


Рис. 2. Изменение водопоницаемости в зависимости от времени выдержки 15%-ного раствора ОСК в модели пласта после 36(1); 24(2); 16(3); 8(4) (5) часов.

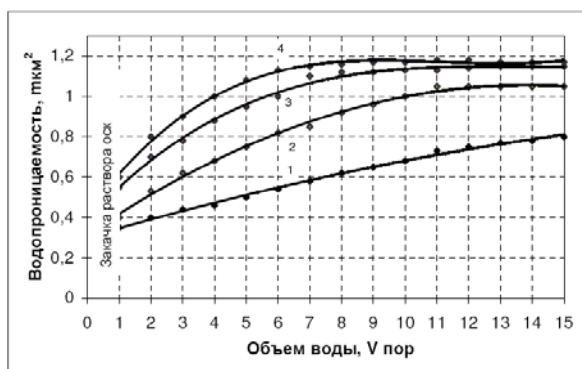


Рис. 3. Изменение водопоницаемости в зависимости от градиента давления после 8-часовой выдержки 15%-ного раствора ОСК в модели пласта. Кривые: 1-0,005; 2-0,1; 3-0,15; 4-0,2 МПа/м.

В этой связи на основе полученных лабораторных данных разработан метод обработки призабойной зоны скважин. Сущность метода заключается в том, что для повышения производительности добывающих скважин, эксплуатирующих терригенные коллекторы, в качестве кислотного реагента используются растворы серной кислоты или ее производных, в частности отработанной серной кислоты. При этом после завершения обработки призабойной зоны с целью недопущения осаждения осадков, образовавшихся в порах в результате взаимодействия кислоты с карбонатами, скважина вводится в эксплуатацию после 8-ми часовой выдержки при больших депрессиях на призабойную зону.

ЛИТЕРАТУРА

- АБАСОВ, М.Т., МУСАЕВ, Р.А. 2005. Исследования в области использования побочных продуктов нефтепереработки и нефтехимии для интенсификации добычи нефти. *Труды ИГ НАНА*, 32, 53-61.
- ГАВРЮЛЮК, О.В., ГЛАЗКОВ, О.В., КРУТИН, А.Г. 2001. Применение вторичных фторсодержащих продуктов для глинокислых обработок скважин. *Журнал нефтегазовых технологий*, 1, 25-26.
- МУСАЕВ, Р.А., АСАДОВ, А.И., ХАЛИЛОВ Э.Г. 2007. О возможности использования раствора отработанной серной кислоты для увеличения производительности скважин. *Известия НАНА, Науки о Земле*, 2, 54-58.
- САЛАВАТОВ, Т.Ш., ШИХЫЕВ, М.Н., ХЫДЫРОВ, Р.Н. 2000. Исследование повышения эффективности кислотной обработки в условиях эмульсии на ПЗС. *АНХ*, 7, 17-21.
- СИДЕРОВСКИЙ, В.А. 1978. Вскрытие пластов и повышение продуктивности скважин. Недра. Москва. 255.

Рецензент: д.т.н. А.С.Стреков