

## Исследование осадкообразования при кислотных обработках терригенных коллекторов

## Investigation of Sedimentation During Acid Treatments of Terrigenous Reservoirs

*Л.А. Магадова, З.Р. Давлетов, М.Д. Пахомов, Российский государственный университет нефти и газа имени И.М. Губкина*

*L. Magadova, Z. Davletov, M. Pahomov*

Кислотная обработка добывающих скважин в настоящее время является наиболее востребованным методом интенсификации нефтеизвлечения в условиях как карбонатных, так и терригенных пластов, что обусловлено простотой и доступностью технологий, относительно низкими затратами метода [1].

Для воздействия на минералы терригенного пласта – каркасные и слоистые силикаты – в основе кислотных составов зачастую используют фтористоводородную кислоту. Однако при протекании химических реакций с участием HF образуются различные продукты, которые способны выпадать в осадок, колюматирова поры призабойной зоны пласта, что, в свою очередь, может значительно снизить эффективность кислотной обработки [2, 3].

Целью данной работы являлось изучение влияния основных факторов на процесс осадкообразования при кислотных обработках терригенных коллекторов.

В качестве объекта исследования использовали экстрагированный керновый материал терригенного коллектора, содержащий 54% кварца, 32% полевых

шпатов, 7% слюдистых минералов, 7% глинистых минералов, следовое количество пирита. Полевые шпаты представлены альбитом и микроклином, слюдистые минералы – мусковитом, глинистые минералы – каолинитом и хлоритом.

Для определения минералогического состава породы до и после кислотной обработки использовали порошковый рентгеновский дифрактометр ARLX'TRA (Thermo Scientific), элементный состав отработанных растворов кислотных составов определяли с помощью рентгенофлуоресцентного спектрометра ARLPERFORM'X (Thermo Scientific).

В ходе проведения работы была исследована растворимость породы в растворах плавиковой и соляной кислот при их различных соотношениях. Растворимость изучали с использованием дезинтегрированной породы гравиметрическим методом. Концентрация HF изменялась в диапазоне 1–3% масс., содержание HCl – 8–12% масс. Время выдержки кислотных составов с породой составляло от 1 до 8 часов при 20–80 °С.

Было обнаружено, что растворимость породы коллектора возрастает в 2,0–2,2



раза при увеличении концентрации HF с 1 до 3%, а также при повышении температуры обработки с 20 до 80 °С. Изменение времени выдержки кислоты с породой с 1 до 8 часов значительно не влияет на растворимость: увеличение составило 1,2–1,3 раза. Основная доля растворения происходит в течение первого часа, что, вероятно, обусловлено реакцией с кислотами наиболее чувствительных компонентов коллектора – слюдистых и глинистых минералов.

Данные минералогического состава кернового материала после обработки указывают на отсутствие глинистого минерала хлорита во всех исследованных образцах, что согласуется с литературными данными [4, 5]. При повышенной температуре (80 °С) и длительном времени выдержки (8 часов) в образцах полностью растворяются мусковит и каолинит.

Особый интерес представляют результаты определения степени кристал-

личности кернового материала. Степень кристалличности исходного образца составляла 91%; для обработанных кислотой образцов значение показателя варьировалось в диапазоне 26–53%, причем наименьшая кристалличность соответствует максимальной концентрации HF, высоким температурам и продолжительностям обработки. По всей видимости, существенные количества аморфной фазы вызваны разложением минералов коллектора и осаждением продуктов реакций.

Для подтверждения процесса осадкообразования были определены элементные составы отработанных растворов кислот. Результаты анализа свидетельствуют о непрерывном повышении концентрации Al и одновременном снижении содержания Si при увеличении времени выдержки кислоты с породой. Данный факт указывает на осаждение коллоидного кремнезема, образующегося в процессе растворения минералов коллектора. ■

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глущенко В.Н., Силин М.А. Нефтепромысловая химия: Изд. в 5 томах. –Т. 4. Кислотная обработка скважин/Под ред. проф. И.Т. Мищенко. – М.: Интерконтакт Наука, 2010. – 703 с.
2. Силин М.А., Магадова Л.А., Цыганков В.А. и др. Кислотные обработки пластов и методики испытания кислотных составов: Учеб.пособие для студентов вузов. – М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2011. –120 с.
3. Гейхман М.Г., Исаев Г.П., Середа Н.Е. и др. Кислотная обработка терригенных и карбонатных коллекторов: Обз. инф. Сер.: Разработка и эксплуатация газовых и газоконденсатных месторождений. – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. – 104 с.
4. Simon D.E., Anderson M.S. Stability of Clay Minerals in Acid, paper SPE 19422 presented at the SPE Formation Damage Control Symposium, Lafayette, Louisiana, 22–23 February, 1990.
5. Hartman R.L., Lecert B., Frenier W. etc. Acid-Sensitive Aluminosilicates: Dissolution Kinetics and Fluid Selection for Matrix-Stimulation Treatments//SPE Production & Operations, May 2006. – P. 194–204.