

Экспериментальные исследования и математическое моделирование кислотного растворения в карбонатных коллекторах с использованием самоотклоняющихся кислотных систем на основе ПАВ

*Р.Я. Харисов (ООО «РН-УфаниПИНефть»),
А.В. Пестриков (ОАО «НК «Роснефть»),
Г.Т. Булгакова (Уфимский государственный
авиационный технический университет)*

Целью работы является изучение влияния вязкоупругих ПАВ на реакцию соляной кислоты с карбонатами. Исследовано влияние концентрации ПАВ и кислоты на кажущуюся вязкость самоотклоняющихся кислотных систем (СКС) на основе ПАВ. Для установления зависимости кажущейся вязкости СКС от скорости сдвига проводились реологические измерения на ротационном вискозиметре при температуре 25 °С. На основании полученных результатов разработана полуэмпирическая реологическая модель, описывающая зависимость кажущейся вязкости от скорости сдвига и снижения концентрации соляной кислоты.

Для определения способности СКС стимулировать конкретные типы пород были проведены фильтрационные исследования на кернах карбонатных пород. Эксперименты выполнялись на установке, сконструированной на базе стандартной УИПК, моделирующей пластовые условия, с поддержанием необходимых давления и температуры и контролем расхода закачиваемых композиций кислотного раствора, фильтрующихся через модель пласта. Расход кислотного состава оставался постоянным в процессе каждого эксперимента. В ходе экспериментов наблюдался период устойчивого роста градиента давления в результате повышения вязкости раствора при изменении концентрации кислоты в ходе химической реакции. Получена немонотонная зависимость объема прорыва кислотного раствора от расхода, т.е. существует минимальный объем прорыва, соответствующий максимальной эффективности процесса.

На основе экспериментов построена модель кислотного растворения карбонатной матрицы с использованием СКС. Ее адекватность реальному физическому процессу устанавливается сравнением расчетных значений градиента давления в фильтрационном потоке с данными лабораторных экспериментов на кернах. Полученная математическая модель кислотной обработки карбонатов с использованием СКС может быть использована при проектировании и оптимизации кислотной обработки карбонатов в широком диапазоне параметров коллектора и скважин.