

Симулятор для моделирования и оптимального проектирования большеобъемных селективных кислотных обработок карбонатных коллекторов

Г.Т. Булгакова, А.Р. Шарифуллин, Р.Я. Харисов (ООО «РН-УфаНИПИнефть»)

Для эффективного проектирования структурной кислотной обработки необходимо правильно смоделировать сложные процессы кислотного растворения горной породы и распределения рабочих жидкостей в карбонатном коллекторе. В большинстве случаев из-за неоднородности профиля проницаемости условия потока довольно сложные и прогноз размещения жидкости невозможен без численного симулятора. С этой целью разработан симулятор структурной кислотной обработки, позволяющий оптимизировать процессы распределения рабочих кислотных растворов и пачек отклонителей в неоднородном по проницаемости пласте. Используемая в симуляторе математическая модель базируется на физических и химических принципах кислотного растворения карбонатов.

Симулятор проектирует предварительный график закачки, обеспечивающий отрицательную величину скин-фактора – число циклов закачки рабочей жидкости, число отклоняющих стадий, объем закачиваемой жидкости на каждом этапе и др. При наличии графика закачки выдаются подробный прогноз профилей приемистости, улучшений скин-фактора и общие данные по состоянию расхода/давления, которые можно ожидать в процессе обработки. Эта информация либо подтверждает ранее спроектированный график закачки, либо предлагает некоторые изменения для обеспечения оптимальных показателей работы.

Симулятор позволяет оптимизировать дизайн кислотной обработки по следующим критериям:

- скорость закачки кислоты или тип кислотного состава;
- объемы кислотных стадий/общий объем кислотного состава;
- объем отклонителя/объем кислотного состава;
- глубина спуска НКТ.

Результаты моделирования используются для прогнозирования продуктивности скважины после обработки и таким образом оценивается ожидаемая прибыль.

Модель кислотной обработки матрицы включает следующие процессы:

- отслеживание всех стадий закачки рабочих растворов и отклонителей с учетом различных гидростатических давлений и потери на трение в НКТ;
- фильтрацию жидкостей в пористом пласте;
- растворение породы матрицы кислотным составом;
- влияние пачек отклонителей.

Симулятор просчитывает рабочие характеристики для всех стадий закачки. Результаты расчетов по каждой очередной ступени служат входной информацией для последующей.

Физическое моделирование кислотной обработки с потокотклонителем на простейшей объемной керновой модели пласта позволило провести калибровку математической модели и симулятора.

Выполнена апробация пилотного модуля по результатам 17 проведенных работ в карбонатных коллекторах месторождений ОАО «НК «Роснефть» с использованием применявшегося дизайна, показаний устьевых и забойных датчиков. Получена 90%-ная сходимость результатов.