

Моделирование многостадийного гидроразрыва пласта с учетом особенностей залежей баженовской свиты

***Р.Н. Никитин, А.В. Бочкарев, С.А. Буденный, Д.А. Митрушкин,
А.А. Ерофеев (ООО «Инжиниринговый центр МФТИ»),
В.О. Демо (ООО «Газпромнефть НТЦ»)***

Представлено описание прототипа специализированного программного комплекса, предназначенного для создания оптимального дизайна многостадийного гидроразрыва пласта (МГРП) в условиях залежей баженовской свиты. Программный комплекс состоит из двух модулей: для расчета процесса формирования трещин МГРП и для расчета притока к скважине с полученной геометрией трещин МГРП с учетом стимулированного объема.

В разработанном прототипе учитываются ключевые особенности баженовской свиты: сильная неоднородность геологического разреза и наличие естественной трещиноватости. Расчетное ядро модуля МГРП базируется на кусочно-заданной псевдотрехмерной модели с равновесным ростом в высоту (P3D cell-based модель). При моделировании МГРП учитываются взаимное влияние (интерференция) трещин в процессе одновременного или последовательного роста, а также взаимодействие трещин ГРП с естественной трещиноватостью для оценки стимулированного объема пласта. Интерференция существенно влияет на форму закрепленной трещины, так как при МГРП происходит локальное изменение поля напряжений, вследствие чего трещины каждой последующей стадии развиваются в измененных геомеханических условиях. В процессе смыкания трещин последующих стадий эффективная площадь контакта с целевым слоем и проводимость трещины могут существенно отличаться от плановых показателей. При моделировании течения смеси рабочей жидкости и проппанта в трещине учитывается возможность задания параметров деструкции геля, а также эффект концевое экранирования, который ведет к остановке роста трещины в длину.

Модуль для расчета притока к скважине позволяет использовать в качестве входных данных геометрию полученной сети трещин при МГРП, которая используется для построения сетки расчетной области с локальным измельчением вблизи трещин. Кроме того, в данном модуле учитываются такие эффекты, как неоднородность параметров расчетной области, нелинейная фильтрация, диффузия и десорбция газа из нефтематеринской породы.

Модель описывает изотермическое течение двухфазного потока (газ и нефть) с учетом фазовых переходов в трехмерном пласте. Для описания изменения состояния системы со временем используются уравнения для законов сохранения массы для каждого компонента в пористой среде с несжимаемым скелетом. В ячейках, через которые проходят трещины ГРП и естественные трещины, задаются эффективные значения проницаемости в зависимости от числа, геометрии и проводимости трещин. Для более корректного описания процессов, происходящих вблизи скважины и в области стимулированной трещиноватости, осуществляется также локальное измельчение расчетной сетки на основе октодера (octree).