

Комплексное 3D моделирование процессов гидроразрыва пласта и класса смежных задач оценки напряженно-деформированного состояния месторождения

*Е.В. Лысь, К.В. Торонецкий, Р.З. Курмангалиев
(ООО «НовосибирскНИПИнефть»),
М.И. Самойлов (ЦЭПИТР, ПАО «НК «Роснефть»)*

Основной проблемой секторного моделирования является несогласованность входных/выходных данных между различными классами задач (геомеханическое моделирование, гидродинамическое моделирование, моделирование гидроразрыва пласта (ГРП), устойчивости ствола скважины) и отсутствие единой площадки (базы) для хранения и обработки информации. Каждая задача несогласована в пространственных и временных координатах. Проблема моделирования процессов ГРП заключается в отсутствии достоверных экспериментальных данных о свойствах горных пород, карты пластовых давлений и проницаемости, полях напряжений. Необходимо рассматривать каждую задачу как одну из частей комплекса задач. Предложены три основных подхода. При этом выбор подхода зависит от качества входных данных и геологических условий.

1. Создание модели роста трещины согласно моделям PKN, KGD, P3D с течением жидкости и переносом проппанта. Модель притока в скважину с трещиной ГРП принимается аналитической. Реализация решения не требует «тяжелых» машинных вычислений и достижима путем итеративных алгоритмов. В результате реализации данного подхода полевой инженер может получить модели трещины и рассчитать нужный тоннаж проппанта при помощи персонального компьютера в короткие сроки. Однако данный подход носит сугубо оценочный характер.

2. Создание кубов модели механических свойств (ММС) и напряженно-деформированного состояния (НДС), а также автоматическая выгрузка модели трещины в виде куба с локальной сеткой высокой детальности (LGR) для финальной загрузки в гидродинамический симулятор, так как в настоящее время свойства на детальную сетку переносят вручную. Данное решение реализуемо на базе расчетных алгоритмов, посредством методов конечных разностей или конечных элементов. Таким образом, увеличивается время на разработку одного дизайна, но в итоге определяются распределение давления, концентрации проппанта, раскрытие трещины.

3. Создание физико-математической модели процесса ГРП с использованием бессеточных методов для моделирования трещин сложной геометрии (учет возникновения сетки трещин, а также такого явления, как «искривление трещины»). Примером бессеточного метода является перидинамика, как раздел механики разрушения твердых тел. В совокупности с задачей переноса проппанта, данный подход позволяет точнее определить количество проппанта, нежели подходы, описанные выше, а также оценить рост трещины в высоту с прорывом к водоносному горизонту. Однако данный подход требует привлечения больших вычислительных мощностей и алгоритмов распараллеливания.

Таким образом, используя предложенные подходы, на выходе можно получить все необходимые расчетные данные и рекомендации для реализации процедуры ГРП, а также ввиду комплексности подхода и согласованности входных и выходных данных, оценить влияние гидроразрыва на напряженно-деформированное состояние и фильтрационно-емкостные свойства сектора.