

Гидродинамические методы моделирования коэффициента охвата вытеснением, асимметричные элементы заводнения

***В.И. Потков, И.Г. Хамитов, В.П. Шакишин,
О.В. Солкина (ООО «СамараНИПИнефть»),
А.А. Ковалев (ЗАО «Самара-Нафта»)***

Современные трехмерные геолого-математические модели являются прогрессивным инструментом управления процессами разработки месторождений углеводородов, достоверность которых обуславливается не только количеством и качеством исходной геолого-промысловой информации, но и уравнениями/алгоритмами, используемыми в вычислительных процессах. Созданные на основе законов сохранения массы, энергии и других четырехмерные (с учетом времени) модели имеют симметричный характер, а физические параметры неоднородности и методы воздействия на геологические тела являются асимметричными (В.И. Вернадский). Использование симметричных схем затрудняет достоверное определение дренируемых объемов и надежное выделение зон консервации запасов.

Примером асимметричных схем являются результаты лабораторных экспериментов по вытеснению высоковязкой нефти из образцов керна при различных постоянных скоростях вытеснения, когда при отклонении темпов заводнения от оптимальных величин наблюдается снижение конечного коэффициента вытеснения за счет изменения соотношения капиллярных и гидродинамических сил после прорыва воды.

Результаты физического моделирования (лабораторные эксперименты) на естественных образцах керна должны находить подтверждение при воспроизведении фильтрационных процессов на гидродинамических симуляторах. Для этого авторами приводятся гидродинамические методы специальной асимметричной адаптации и расчетов прогнозных вариантов разработки, включающие преобразования ОФП с использованием критических капиллярных и гравитационных точек, учитывающие асимметричное решение движения. Приведены асимметричные модельные решения задачи Маскета с использованием скорости в секторе радиального притока и волновой составляющей в критических застойных областях фильтрации. Учет асимметричных геологических параметров неоднородности при определении симметричных параметров потенциалов скважин (Дюпои) и давлений в ячейках (Писмана и Диец-фактора) при динамической модификации расчетной схемы оценки коэффициента охвата заводнением повышает физичность и достоверность моделей.

Ограничение зоны действия модели в пространстве параметров и решений подразумевает возникновение некоторых поверхностей, вблизи которых происходит нарушение симметрии исходной системы, что эквивалентно несоблюдению законов сохранения. Исходя из этого законы сохранения должны корректироваться и переопределяться, а «несоответствие» передаваться на управление другой модели.

Описанные поверхности создают некоторые наборы параметров, которые оказываются критическими для данной модели в определении реальности полученного решения. Если параметры системы не достигают значений, при которых она перестает подчиняться описывающим ее уравнениям, а колеблется в окрестности, то по ней могут наблюдаться «катастрофические» эффекты кризисного решения, например прорывы воды по высокопроводящим каналам с блокировкой застойных зон, модели мини-ГРП с разрывом кровли и др.

Результаты выполненных преобразований позволяют минимизировать риски при планировании и последующей реализации адресной программы ГТМ.