

Использование модели нелинейной фильтрации при интерпретации кривых изменения давления/добычи на неустановившихся режимах в сверхнизкопроницаемых коллекторах

*В.А. Байков, А.Я. Давлетбаев, Д.С. Иващенко
(ООО «РН-УфаНИПИнефть»)*

В настоящее время наблюдается активный рост масштабов бурения и разработки месторождений со сверхнизкопроницаемыми коллекторами, режимы течения в которых не подчиняются закону Дарси. Предлагаемая методика позволяет по результатам интерпретации кривых изменения давления/добычи на неустановившихся режимах получить основания для принятия решений по выбору системы разработки, уплотнению существующей сетки скважин, бурению новых скважин – с целью повышения технологической эффективности и экономической рентабельности разработки сверхнизкопроницаемых коллекторов.

Сравнение оценок пластового давления по результатам интерпретации данных гидродинамических исследований скважин в соседних добывающих и нагнетательных скважинах на месторождениях со сверхнизкой проницаемостью свидетельствует о существенной дифференциации пластового давления в ячейках одного элемента системы разработки. Так, пластовые давления в соседних скважинах могут различаться до 25 МПа (при перепаде давления между добывающими и нагнетательными скважинами 40 МПа на расстояниях 300–500 м). Помимо низких коллекторных свойств и высокой расчлененности пласта, это может быть обусловлено значительным снижением эффективной проницаемости пласта на некотором удалении от работающих скважин, что ставит под сомнение эффективность существующей системы заводнения.

Фильтрационные лабораторные эксперименты на образцах керна показали наличие нелинейных эффектов фильтрации и кратное снижение эффективной проницаемости при достижении малых градиентов давления. В частности, при градиентах давления меньше 0,1 МПа/м снижение эффективной проницаемости может быть более, чем на порядок. В ходе анализа результатов лабораторных экспериментов была получена характерная нелинейная зависимость скорости фильтрации от градиента давления, которая в дальнейшем использовалась при обработке данных и численном моделировании. Вычислительные эксперименты показали, что границы области отбора (с высокими градиентами давления) вокруг скважины с трещиной гидроразрыва пласта располагаются на расстояниях менее 100 м, т.е. существует ограниченная дренируемая область вокруг скважины, что аналогично эксплуатации в режиме истощения. Это может, в частности, объяснять существенную дифференциацию пластового давления между добывающими и нагнетательными скважинами.