

Методика материального баланса для расчета прогноза разработки нефтяного месторождения

*А.И. Утарбаев, В.И. Никушинов (ОАО «НК «Роснефть»),
В.А. Федоров (ООО «РН-УфаниПИНефть»)*

В настоящее время, как и десятки лет назад, можно видеть, что оперативные (достаточно легкие в использовании) методы анализа и прогноза разработки нефтяного месторождения не теряют своей актуальности. К одним из них можно отнести метод расчета материального баланса для нефтяного месторождения. Методика материального баланса может быть использована как при построении, корректировке или проверке гидродинамической модели месторождения, так и в качестве самостоятельного метода анализа и прогноза разработки. Его очевидным преимуществом являются быстрота и наглядность реализации, что удобно при анализе эффективности различных планируемых геолого-технических мероприятий (ГТМ), например заводнения. Основным недостатком – грубость расчетов в модели материального баланса вследствие усреднения параметров разработки (пластового давления, добычи) на большие участки месторождения (ячейки).

Основным показателем разработки ячейки месторождения в модели материального баланса является энергетическое состояние рассматриваемого объекта разработки: среднее пластовое давление. Исходя из динамики фактического пластового давления (усреднения замеров на скважинах) проводится адаптация модели материального баланса: корректируются запасы рассматриваемого участка, физико-химические свойства нефти и газа, взаимодействие с законтурной областью (аквифером) и т.д. В ходе адаптации происходит непосредственно анализ разработки участка месторождения, а в результате можно получить численную модель, которую можно использовать для анализа эффективности ГТМ.

В данной работе описывается методика материального баланса для расчета прогноза различных вариантов разработки для ячейки заводнения или месторождения в целом. Методика позволяет рассчитывать как чисто нефтяное месторождение, так и месторождение с газовой шапкой. Причем вместе с численным решением уравнения материального баланса приводятся кривые вытеснения, с помощью которых осуществляется прогноз обводненности фонда скважин. Кроме того, представлен алгоритм введения различных видов ГТМ, предлагаются некоторые расчетные формулы, позволяющие разделять все извлекаемые запасы фонда на части (для самого базового фонда и фонда скважин, в которых проводятся ГТМ) для того, чтобы отследить прогноз динамики добычи по каждой из этих групп скважин. Прогноз добычи газа в случае, когда пластовое давление становится ниже давления насыщения, осуществляется с помощью кривых прогноза динамики газового фактора.

Кроме того, представлена численная схема решения уравнения материального баланса, сводящая уравнение в общем виде (для нефтяного месторождения с газовой шапкой и действующей законтурной водоносной областью) фактически к квадратному уравнению. Это позволяет с минимальной погрешностью находить решение уравнения материального баланса. Описываемая модель аквифера также имеет достаточно простую форму расчета и может быть неплохим аналогом модели Картера – Трейси и Ван Ивердингена и Херста.

Данная методика реализована в качестве программного модуля в программном комплексе, применяемом в ОАО «НК «Роснефть». К настоящему времени с помощью этого модуля рассчитана эффективность планируемых ГТМ по ППД для нескольких дочерних добывающих обществ компании.