

Вытеснение нефти газом высокого давления: исследование процесса, подходы к математическому моделированию

*С.А. Песоцкий (ЗАО «ТИНГ»),
А.В. Татосов, (ТюМГУ)*

Как показывает многолетний мировой опыт, закачка газа в нефтяной пласт в ряде случаев является эффективным методом повышения нефтедобычи, хотя и связана с существенными технологическими и экономическими рисками. В связи с наблюдающейся в отечественной нефтегазовой отрасли тенденцией роста доли трудноизвлекаемых запасов, а также с необходимостью утилизации нефтяного газа изучение газовых методов повышения нефтеотдачи с каждым годом становится все более актуальным. Одним из наиболее эффективных методов исследования процессов многофазной фильтрации традиционно является математическое моделирование.

Закачка углеводородного газа в пласт при достижении его полной или частичной смешиваемости с нефтью является сложным с точки зрения математического описания физическим процессом. Определение эффекта от внедрения газовых методов повышения нефтеотдачи обычно осложнено тем, что использование стандартной модели нелетучей нефти не позволяет учесть ряд важнейших эффектов, которые возникают на контакте углеводородных фаз. При отсутствии фактической истории разработки с применением закачки газа корректировка параметров модели смешиваемости в процессе адаптации невозможна. В таком случае задача еще более усложняется, а выбор и обоснование исходных параметров модели становятся одной из первостепенных проблем.

В предлагаемой работе рассмотрены физические особенности смешивающегося вытеснения нефти газом при микромасштабном рассмотрении. Представлены подходы к описанию данного процесса в масштабах теории фильтрации, приведены преимущества и недостатки композиционного и параметрического подходов к моделированию закачки газа. Сравнение результатов численных расчетов, проведенных с использованием параметрической модели, с результатами физических экспериментов по закачке газа позволило удостовериться в том, что данная математическая модель корректно воспроизводит фильтрационные процессы, происходящие в пористой среде при лабораторных исследованиях закачки газа. В масштабе месторождения на эффективность вытеснения нефти газом будут существенно влиять такие факторы, как неоднородность пласта, гравитация и, что особенно важно, зависимость достижения режима смешивания от давления. Для учета перечисленных факторов на детальной геолого-технологической модели пласта одного из месторождений Западной Сибири были проведены расчеты и проанализированы их результаты. Исследована чувствительность результатов к выбору детальности расчетной сетки, погрешностям определения PVT-свойств, неопределенностям геологического строения.

Таким образом, в настоящей работе исследованы особенности процесса нагнетания газа высокого давления, подробно изучен параметрический метод описания водогазового воздействия, предложен подход к обоснованию параметров модели путем настройки численного эксперимента в масштабах ядра на данные лабораторных исследований, проведен расчет с использованием геолого-технологической модели реального пласта.