

Анализ адекватности гидродинамического моделирования водогазового воздействия на пласт для случая гидрофильных коллекторов на примере Новогоднего месторождения

В.В. Зацепин
(ООО «Газпромнефть НТЦ»)

Вопрос эффективности применения технологий водогазового воздействия на пласт в условиях конкретного месторождения в большинстве случаев решается путем гидродинамического моделирования, реже с учетом результатов экспериментального моделирования вытеснения нефти газом и/или водой с использованием линейных моделей пласта.

В работе выполнено сравнение результатов гидродинамического моделирования и фактических данных закачки газа в пласт на опытном участке водогазового воздействия Новогоднего месторождения. Показаны существенные различия между прогнозированной и фактической картиной движения флюидов в пластовых условиях. В качестве одной из основных причин такого расхождения рассматриваются гидрофильные свойства поверхности пористой среды коллектора.

Как показывают опыт разработки месторождений и результаты фильтрационных экспериментов, смачиваемость поверхности нефтяного коллектора значительно влияет на эффективность вытеснения нефти из пористой среды. При вытеснении смачивающей фазы несмачиваемой (газом) на поверхности раздела фаз возникают силы, обусловленные капиллярным давлением. Для их преодоления требуется создать градиент давления, с увеличением которого число вовлеченных в процесс фильтрации пор возрастает за счет пор меньших размеров. Поскольку в гидрофильном коллекторе большая часть резидентной нефти находится в оболочке из слоя воды, следовательно, газонепряной контакт для нее отсутствует; то при определении капиллярного давления необходимо оперировать значениями поверхностного натяжения между газом и водой, а не между газом и нефтью, как в случае олеофильного коллектора либо коллектора со смешанной смачиваемостью поверхности. Так как коэффициент поверхностного натяжения на границе газ – вода при прочих равных термобарических условиях существенно выше, чем на границе газ – нефть, очевидно, что для гидрофильного коллектора в процессе дренирования будет вовлечено меньшее число поровых каналов малого диаметра.

В условиях гидрофильной среды при отсутствии контакта между газообразным вытесняющим агентом и нефтью можно говорить о вытеснении из пористой среды воды, которая в ходе этого процесса осуществляет капиллярную пропитку с замещением нефти, что, очевидно, не позволяет достичь коэффициента вытеснения существенно большего, чем при вытеснении нефти водой. Небольшой прирост объясняется тем малым числом поровых каналов, для которых условие контакта нефть – газ было выполнено. Из механизма фильтрации нефти, воды и газа в гидрофильном коллекторе следует, что для такого типа пористой среды наибольшего коэффициента вытеснения можно добиться путем инжектирования в первоначально нефтенасыщенную среду максимальной по размеру оторочки газа с последующим заводнением. Помимо снижения коэффициента вытеснения для гидрофильных коллекторов при закачке воды и газа наблюдается резкое уменьшение (по сравнению с заводнением) коэффициента охвата. Это объясняется тем, что появление свободной газовой фазы в гидрофильных коллекторах повышает неустойчивость фронта вытеснения.

Таким образом, поскольку для гидрофильных коллекторов применение технологий водогазового воздействия сопровождается увеличением удельного расхода вытесняющего агента (газа и воды) по сравнению с заводнением, перспективы использования этих технологий для данного типа коллекторов неоднозначны.