

## Моделирование эффекта вязких пальцев при эксплуатации месторождения горизонтальными скважинами

**С.Б. Тихомиров**

(Санкт-Петербургский государственный университет),

**А.А. Яковлев**

(Научно-технический центр «Газпром нефти»)

При вытеснении высоковязких нефтей водой даже в однородной среде часто наблюдается неустойчивость фронта вытеснения с образованием сложных, так называемых «вязких пальцев». Данный эффект может существенно снизить коэффициент охвата и привести к преждевременному прорыву воды к добывающей скважине. Это мотивирует использование полимерного заводнения, поскольку оно снижает различие в подвижностях вытесняющего и вытесняемого флюидов.

Показано, что вязких пальцев нет для конкретного месторождения, разрабатываемого с применением горизонтальных скважин. При этом давление меняется почти линейно в межскважинном пространстве и можно говорить о характерной линейной скорости движения флюидов, что существенно отличает эксплуатацию горизонтальных скважин от вертикальных.

Предложена численная модель, построенная на классическом понятии капиллярного давления. Для исключения численных эффектов с учетом неустойчивости задачи реализованы две схемы, основанные на методе конечных элементов и методе конечных объемов. Размер решетки выбирается исходя из данных о месторождении с учетом резкого изменения водонасыщенности и составляет 0,1–1,0 м в зависимости от варьируемых параметров, в коммерческих симуляторах обычно используется размер решетки 10–50 м.

Для различных относительных фазовых проницаемостей (ОФП) и капиллярного давления проведено исследование фронта вытеснения до прорыва воды к добывающей скважине. Для пластовых условий вязких пальцев не обнаружено. Предложена классификация вязких пальцев по местонахождению (внешние и внутренние) и типу поведения неоднородностей (сохраняющаяся, увеличивающаяся, разветвляющаяся). Проанализированы появление вязких пальцев и их характер при варьировании параметров пласта. Для ОФП, соответствующих kernовым испытаниям, эффект вязких пальцев не обнаружен даже при значительном изменении параметров пласта и большом различии подвижностей.