

Имплицит метод и потенциально-гравитационный метод моделирования фильтрационных процессов разработки высоковязких нефтегазовых месторождений

***В.И. Потков, И.Г. Хамитов, В.П. Шакишин, В.В. Саляев, Д.А. Криков,
О.А. Некителова, П.А. Маньшин (ООО «СамараНИПИнефть»)***

Освоение месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти, особенно с высоковязкими нефтями и битумами, требует особого подхода к методике моделирования фильтрационных процессов с учетом особенностей геологического строения пластов и структуры их порового пространства, которые наиболее значительно влияют на конечный коэффициент извлечения нефти (КИН) и темпы отбора извлекаемых запасов (ТОИЗ).

Для повышения КИН и ТОИЗ необходимо приблизить закон течения высоковязких нефтей к закону течения ньютоновских жидкостей, чтобы уменьшить энергетические потери на начало движения и увеличить скорость течения в зоне «Ньютона – Дарси». Частично это достигается с помощью тепловых методов, например, с помощью парогравитационного дренажа (SAGD).

Для оценки влияния SAGD на разработку высоковязких нефтей требуется создание методики расчета парогравитационных режимов разработки. Пароводонефтяное вытеснение SAGD невозможно смоделировать без учета гравитационных и капиллярных эффектов. При моделировании этой технологии необходимо учитывать дополнительные гидродинамические граничные эффекты поровой среды (предельные капиллярные и гравитационные числа, эффект осмоса), которые формируют фронт вытеснения. Актуальность задачи особенно возрастает вследствие высокой чувствительности этого метода к вертикальной и латеральной неоднородностям и формированию устойчивых границ раздела между компонентами фильтрации (пар, вода, нефть).

В 70-х годах XX века в научных публикациях по интерпретации КВД и решениям диффузионных задач Фика была поднята проблема учета в параболических уравнениях фильтрации, диффузии и теплопроводности дополнительных специфических вязкоупругих релаксационных слагаемых, помогающих адекватно описывать наблюдаемые в экспериментах и на практике процессы распространения давления и фильтрации. Такие модели (А.Х. Мирзаджанзаде, Ю.П. Желтов) содержали время релаксации по давлению либо (модель Ю.М. Молоковича) время запаздывания по скорости и давлению.

Предлагается новый потенциально-энергетический метод модификации относительных фазовых проницаемостей (ОФП) для моделирования подобных граничных эффектов, который позволяет без проведения дополнительных физико-химических, геологических и гидродинамических исследований более полно описывать капиллярные, гравитационные и электромагнитные эффекты, возникающие при учете структурной неоднородности пласта, топологии их порового пространства, преодолении разломов и других нарушений. Дополнительная имплицит итерация с учетом потенциально-энергетического взаимодействия флюидов с поверхностью пор, границами фаз на основе итерационно уточненных ОФП способствует численному решению задачи: определению скоростных полей при энергетическом учете капиллярно-гравитационного потенциала пластовых флюидов и системы нефть – закачиваемый агент.