

Новые инженерные инструменты для оперативной оценки эффективности тепловых методов увеличения нефтеотдачи

Е.В. Юдин, А.А. Лубнин, Е.В. Лубнина (АО «Зарубежнефть»)
Н.А. Завьялова, И.Н. Завьялов (МФТИ)

При ранжировании привлекательности проектов разработки месторождений высоковязких нефтей установлена необходимость создания единого подхода к подбору и экспресс-оценке эффективности технологии тепловых методов увеличения нефтеотдачи (МУН). Целью данной работы является создание удобного и быстрого инструмента для решения этой задачи. В работе проводится сравнительный анализ аналитических методов для планирования тепловых МУН (рассмотрено более 70 наиболее цитируемых публикаций по теме). Определены границы применимости наиболее часто используемых моделей. Для случаев, когда параметры пласта не позволяют пользоваться аналитическими подходами к учету всего спектра физических параметров при воздействии теплоносителя, предложен новый инженерный инструмент. Его реализация основана на решении уравнений двухмерной многокомпонентной многофазной неизоэнтальпийской фильтрации в анизотропном пласте. Данный инструмент позволяет непосредственно использовать эмпирические зависимости и корреляции, полученные по результатам лабораторных исследований керн и нефти или по пластам-аналогам.

В результате выполненной работы создано программное обеспечение для проведения оперативных инженерных расчетов на упрощенных двумерных термогидродинамических моделях, позволяющее моделировать и оценивать эффективность воздействия на пласт различных тепловых МУН: парогравитационного дренажа, постоянной и циклической закачки пара, спуска скважинного нагревателя. Реализована возможность одновременного учета влияния физических эффектов в процессе теплового воздействия: изменения смачиваемости и относительных фазовых проницаемостей (в том числе остаточной нефтенасыщенности), термического расширения флюида и породы, дистилляции нефти, изменения начального градиента сдвига для нефти, неньютоновского течения высоковязкой нефти.

Предлагаемый инструмент позволяет решать основные инженерные задачи:

- прогнозировать динамику показателей эксплуатации скважин;
- выполнять сравнительный анализ эффективности различных тепловых МУН;
- выбирать оптимальные параметры выбранной технологии МУН;
- определять распределение прогретой зоны и подвижной нефти в пласте;
- оценить динамику распространения паровой камеры.

На основе реализованного инструмента приведены примеры расчетов паротеплового воздействия на залежь с нефтью, обладающую неньютоновской реологией. Показано, что наличие нелинейных эффектов и предельных градиентов сдвига может принципиально повлиять на стратегию разработки месторождения.