

Разработка программного обеспечения гидротермодинамического моделирования третичных методов увеличения нефтеотдачи

М.Г. Персова, Ю.Г. Соловейчик, И.И. Патрушев, А.С. Овчинникова, А.М. Гриф
(Новосибирский государственный технический университет),
А.В. Насыбуллин, Е.В. Орехов
(Альметьевский государственный нефтяной институт)

Работа посвящена созданию программного обеспечения (ПО) для построения цифровых моделей месторождений высоковязкой нефти и сопровождения их разработки путем синтеза оптимального управления воздействием на пластовую систему с использованием вязких вытесняющих агентов. Основой ПО является система моделирования процессов многофазной фильтрации, в том числе неизотермической, которая базируется на использовании метода конечных элементов, что позволяет детально учитывать неоднородности как пластовой системы, так и скважин и процессов, происходящих в их окрестности.

В разработанном ПО синтез оптимального управления предлагается проводить при заданных ограничениях на режимы добычи. При этом целевая функция включает минимизацию обводненности добывающих скважин, количества агентов и воды, закачиваемой в нагнетательные скважины. Каждый из компонентов входит в целевую функцию с коэффициентом, возможно зависящим от времени и определяемым соотношением стоимости нефти и затратами на закачиваемые агенты и воду. Для всех параметров возможно задание ограничений, определяемых технологическим процессом, в том числе ограничений на суммарный объем нагнетания и концентрацию используемых агентов.

На вход системы синтеза подается геолого-гидродинамическая модель, находящаяся в состоянии, с которого требуется проводить синтез управления, т.е. с распределением насыщенностей фаз в пластовой системе, соответствующих текущему времени.

При подборе оптимальных параметров влияние каждого из них и значение целевой функции для текущего набора параметров вычисляется на основе трехмерного гидродинамического моделирования процессов неизотермической многофазной фильтрации. Для прогнозной 3D модели состояния пласта сохраняются расчетные значения данных по скважинам на очередной период добычи, которые в процессе разработки, выполняемой согласно синтезированной схеме, сравниваются с практическими. Если различия между данными превышают допустимые, то снова выполняется адаптация модели к новым данным и осуществляется синтез оптимального режима управления добычей на следующий период.

Возможности разработанной системы анализировалась на модели месторождения высоковязкой нефти для технологий полимерного заводнения. Показано, что в результате синтеза может быть получена схема управления, позволяющая в определенные периоды времени при фиксированной добыче увеличить дебит нефти на 30–50 % практически при тех же затратах на вытесняющие агенты.