

Анализ термогазового метода повышения нефтеотдачи пласта.

Научный руководитель – Эглит Маргарита Эрнестовна

Романова Дарья Игоревна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра гидромеханики, Москва, Россия
E-mail: romanovadi@gmail.com

Метод термогазового вытеснения, рассмотренный в данной работе, используется для увеличения нефтеотдачи пласта. Он заключается в том, что в нагнетательную скважину подается нагретая смесь воды и газа. Газ - это смесь азота и кислорода, в частности, воздух. Нагретый кислород вступает в реакцию с углеводородом, в результате чего происходит его окисление с выделением тепла; образуются углекислый газ и водяной пар. Температура флюида повышается, а вязкость падает, в результате чего ускоряется процесс вытеснения нефти из пласта. Для описания процесса вытеснения используется трехфазная модель флюида в пористой среде. Три фазы: вода, нефть и газ - не смешиваются, имеют единую температуру и различное давление; разность давлений фаз характеризуется капиллярными давлениями. В газообразной фазе выделены четыре компонента: азот, кислород, углекислый газ и водяной пар, для которых рассчитываются их концентрации. Движение флюида в пористой среде называется фильтрационным и описывается уравнениями Дарси. Скелет имеет отличную от флюида температуру, и тем самым модель является двухтемпературной. Математическая модель задачи состоит из десяти уравнений: три уравнения баланса массы фаз, четыре уравнения баланса массы компонент в газовой фазе, уравнение для давления, уравнения баланса энергии для флюида и скелета. Для замыкания системы используются уравнения состояния: уравнения Дарси, определяющие скорости фаз, алгебраические соотношения, определяющие относительные проницаемости фаз, капиллярное давление, вязкость, теплопроводность флюида и его компонент, плотность фаз, а также кинетику химических реакций. Было проведено численное моделирование первого года термогазового воздействия при вытеснении нефти из пласта в двумерной постановке. В результате чего были рассчитаны следующие процессы: межфазный переход массы за счёт химической реакции, выделение энергии в ходе химической реакции, теплопроводность, теплообмен между скелетом и флюидом, конвективный приток тепла, динамика вытеснения фаз. Получены поля искомых величин (насыщенность флюида водой, насыщенность флюида нефтью, насыщенность флюида газом, концентрация азота в газовой фазе, концентрация кислорода в газовой фазе, концентрация углекислого газа в газовой фазе, концентрация водяного пара в газовой фазе, давление, температура флюида, температура скелета) во всех узлах расчётной области во все моменты времени, а также график интенсивности вытеснения нефти в добывающие скважины и график дебита добывающих скважин. Аналогичный расчёт был произведён для простого вытеснения водой, вытеснения горячим паром, а также вытеснения холодной смесью воздуха и воды; произведено сравнение результатов и получена положительная динамика увеличения нефтеотдачи пласта.