

Значительная доля нефтяных запасов России приходится на высоковязкие нефти и битумы. Их добыча сложна из-за большой вязкости. При разработке месторождений высоковязких нефтей используются методы, повышающие нефтеотдачу, в том числе тепловые.

Один из наиболее эффективных и развитых тепловых методов является метод парогравитационного дренажа. Он состоит из двух этапов. Первый этап — прогрев области с помощью циркулирующего внутри труб пара. Второй — закачка горячего пара в пласт.

В работе рассмотрен первый этап парогравитационного дренажа — прогрев области. В отличие от традиционной задачи фильтрации здесь считается, что скелет не является монолитной структурой, а подвижен. Рассматривается одномерная полубесконечная область, расположенная вертикально. Она заполнена двумя подвижными фазами песком и нефтью. Нефть при пластовой температуре имеет большую вязкость и практически не фильтруется. Нижняя граница области имеет большую температуру. Благодаря конвекции и теплопроводности область начинает прогреваться, вязкость нефти уменьшается, песок приобретает подвижность и начинает двигаться относительно нефти под действием силы тяжести.

Исходная модель - уравнения сохранения энергии, непрерывности и определяющее соотношение в виде закона Дарси [1]. В качестве функции проницаемости в законе Дарси используется комбинация формул Стокса и Кармана-Козени с предельной насыщенностью [2], [3]. В модели считается, что вязкость зависит от температуры по модельному экспоненциальному закону. Полученная система гиперболических уравнений решается численно по явной схеме с использованием противопоточной аппроксимации.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта №15-11-00015 в лаборатории флюидодинамики и сейсмоакустики МФТИ(проект «5-100»).

#### Литература

1. *Кондауров В. И.* Механика и термодинамика насыщенной пористой среды. — МФТИ М., 2007. — 309 с.

2. *Бурже Ж.* Термические методы повышения нефтеотдачи пластов. — Рипол Классик, 1988. — 422 с.
3. *Lake Larry W.* Enhanced oil recovery. — Old Tappan, NJ; Prentice Hall Inc., 1989. — 550 p.