

0.1. Юношева Е.В. Мезоскопическое моделирование многофазных многокомпонентных течений

Принятие решения об эксплуатации скважины очень важно, поэтому от качества входных данных может зависеть многое. Перед тем, как выбрать режим эксплуатации скважины, нужно собрать довольно много информации, в том числе провести лабораторные эксперименты над образцом керна (проба породы). Лабораторные эксперименты дорогие и долгие (некоторые эксперименты занимают до семи месяцев), а чем дольше скважина простаивает в ожидании результатов, тем больше денег теряется.

Поэтому выгодно переходить к цифровому аналогу керна, он будет быстрее и дешевле [1]. То есть нам нужно исследовать, какое течение возникает при подаче в породу жидкости или газа. Далее, при нефтедобыче часто попадает смесь воды и углеводородов в жидком и газообразном состояниях (вода, нефть и газ). Другими словами, встречаются три фазы – жидкая вода, которая почти не смешивается с углеводородами, и углеводороды, смешивающиеся между собой, в жидкой и газообразной формах. Такая смесь возникает, например, при закачке воды и газа, воду используют для вытеснения нефти и поддержания пластового давления. Газ закачивается для уменьшения вязкости нефти (что поможет извлечь ее из труднодоступных пор). Резюмируя, нужно уметь моделировать трехфазное многокомпонентное течение с частичным смешиванием в пористой среде.

Работа посвящена моделированию двух- и трехфазной многокомпонентной смеси с водой с частичным смешиванием. Для моделирования мы будем использовать метод решеточных уравнений Больцмана. Для описания разделения фаз многокомпонентного флюида мы будем использовать метод свободной энергии [2]. Ранее моделирование трех фаз с водой и частичным смешиванием в методе решеточных уравнений Больцмана реализовано не было, были реализованы три несмешивающиеся фазы [3] и три смешивающиеся фазы без воды [2]. Учет воды в нашей модели взят из статьи [4]. Было реализовано несколько двухкомпонентных смесей углеводорода с водой, например, бутан/вода и декан/вода. К тому же была реализована трехфазная трехкомпонентная смесь пропан/бутан/вода.

Список литературы

- [1] А.В.Зиньков, В.Н. Макишин. Цифровизация керна: учебное пособие для вузов. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2023. – 73 с.
- [2] M. Soomro, L.F. Ayala, C. Peng, O.M. Ayala. Fugacity-based lattice Boltzmann method for multicomponent multiphase systems. Phys. Rev. E. - 2023. - V. 107. - 015304.
- [3] F. Jiang, T. Tsuji. Estimation of three-phase relative permeability by simulating fluid dynamics directly on rock-microstructure images / Water Resour. Res. - 2017. - V. 53. - P. 11-32.
- [4] I. SOREIDE, C.H. WHITSON. Peng-Robinson predictions for hydrocarbons, CO₂, N₂, and H₂S with pure water and NaCl brine / Fluid. Phase Equilib. - 1992. - V. 77. - P. 217-240.