

0.1. Трусов К.В. Фильтрация двухфазных жидкостей с диффузной межфазной границей: двухмасштабная модель

Numerical Modeling // Transport in Porous Media .
2024. Vol. 151. P. 1423–1452.

Моделирование течения жидкостей в пористых средах является объектом интенсивных исследований в целом ряде инженерных дисциплин, таких как нефтедобыча, управление водными ресурсами, гражданская инженерия и многих других. Важным инструментом моделирования является теория усреднений уравнений математической физики в неоднородных пористых средах. Среди ее многочисленных приложений теория фильтрации жидкостей в грунтах занимает одно из наиболее значимых мест. Проблемы фильтрации, решаемые с помощью методов теории усреднений, имеют специфические особенности, связанные с видом рассматриваемых уравнений, с одновременным присутствием в задачах многих масштабов, с сильной нелинейностью уравнений и т.д. Самым распространенным и действенным подходом к усреднению уравнений в неоднородных средах является метод двухмасштабных разложений. Применение этого метода обусловлено тем, что процессы в порах и кернах отличаются пространственно-временными масштабами. Теория двухмасштабной гомогенизации позволяет математически разделить эти масштабы с помощью макро- и микроуравнений. Проведена двухмасштабная гомогенизация уравнений Навье-Стокса и Кана-Хиллиарда для двухкомпонентной жидкости в случае сильной и слабой смесимости. Сила смесимости определяется корреляцией между параметром масштаба и поверхностным натяжением. Показано, что в общем случае тензор проницаемости является анизотропным. Полученная модель представляет собой обобщение закона Дарси с перекрёстными мобильностями, т.е. скорость фильтрации фазы зависит от градиентов давлений в обеих фазах. Построен пример, описывающий вытеснение нефти смесью воды и углекислого газа в системе параллельных каналов. Полученные методом двухмасштабной гомогенизации уравнения Навье-Стокса и Кана-Хиллиарда решались методом конечных элементов с помощью пакета программ FreeFem++.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта "Современные модели гидродинамики для задач природопользования, промышленных систем и полярной механики" (2024-26) (гос. задание FZMW-2024-0003)

Научный руководитель — д.ф.-м.н. Шелухин В. В.

Список литературы

- [1] Шелухин В.В., Крутько В.В., Трусов К.В. Фильтрация сильно смешиваемых жидкостей на основе двухмасштабной гомогенизации уравнений Навье-Стокса и Кана-Хиллиарда // Прикладная механика и техническая физика. 2023. Т. 64. № 3 (379). С. 161–173.
- [2] AMIRAT Y., SHELUKHIN V., TRUSOV K. Flows of Two Slightly Miscible Fluids in Porous Media: Two-Scale