

Исследование многофазных неустойчивых течений в пористых средах

Научный руководитель – Смирнов Николай Николаевич

Скрылева Евгения Игоревна

Кандидат наук

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,
Россия

E-mail: jennype@yandex.ru

В докладе рассматриваются задачи, связанные с многофазным просачиванием жидкости сквозь пористую среду с учётом влияния различных факторов, в том числе капиллярных эффектов, химических взаимодействий между фазами, переменной гравитации. В работе рассматривается проблема многомасштабности неустойчивости и возможности учёта подсеточной неустойчивости при моделировании на крупном масштабе, а именно, описывается запатентованный докладчиком с соавторами метод моделирования в подземной гидромеханике позволяющий учитывать процессы, происходящие на микроуровне, при моделировании на макроуровне.

Также в докладе приведены результаты исследования течения жидкости сквозь пористую среду в условиях микрогравитации, когда единственной движущей силой оказывается капиллярное давление. В работе приводятся математические модели для описания многократной пропитки пористой среды, результаты сопоставляются с данными экспериментов по капиллярной пропитке пористой среды во время параболических полетов. Также рассматривается капиллярное течение жидкости в области содержащей неоднородности проницаемости, которые моделируются в экспериментальной ячейке насыпкой стеклянных шариков с различным диаметром. Вводится размерный параметр - характерное время инерции. Когда в высокопроницаемых пористых средах фильтруются маловязкие флюиды, характерное время инерции может оказаться существенным и тогда необходимо учитывать инерционные эффекты при моделировании фильтрационного течения. В работе также описываются эксперименты по пропитке натуральной пористой среды (смесь глины и песка) на околоземной орбите. В экспериментальных данных прослеживается неоднородность фронта пропитки, которая объясняется «капиллярной» неустойчивостью. Для моделирования этого эффекта предлагается математическая модель, содержащая дополнительный потоковый член, связанный с размытием фронта из-за капиллярной неустойчивости. Предлагается безразмерный параметр, характеризующий соотношение вынужденной и капиллярной конвекции; когда параметр превышает критическое значение капиллярным давлением при моделировании можно пренебречь.

В работе описаны экспериментальные исследования, предложены математические модели для описания многофазных фильтрационных течений, приведены результаты численного моделирования. Достоверность математических моделей и численных расчётов подтверждается сопоставлением с экспериментальными данными.