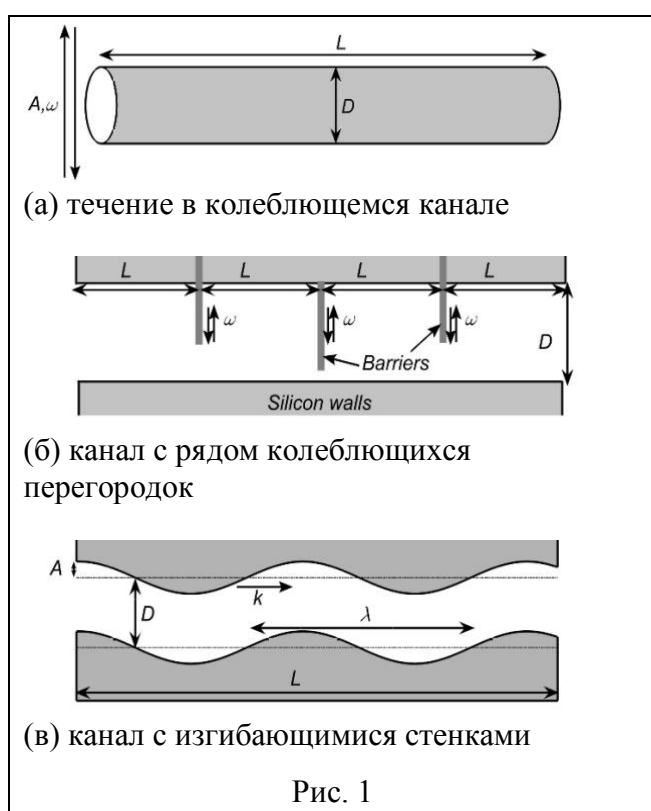


МНОГОМАСШТАБНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ ГАЗА В РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ И МЕМБРАНАХ

Косьянчук Василий Викторович

(Институт механики МГУ)

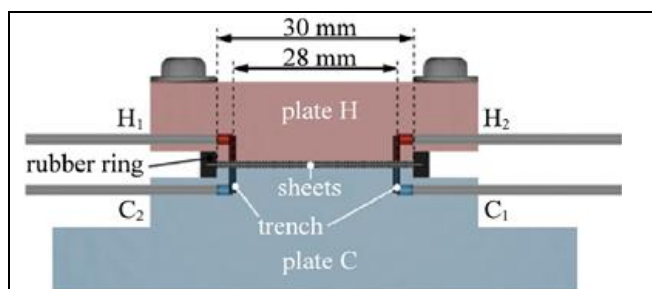
В работе рассмотрен ряд новых постановок задач, посвященных исследованию новых физических эффектов, реализующихся при течении смеси газов в переходном (по числу Кнудсена – $Kn \sim 1$) и свободномолекулярном режиме ($Kn > 10$), и приводящих к разделению смеси.

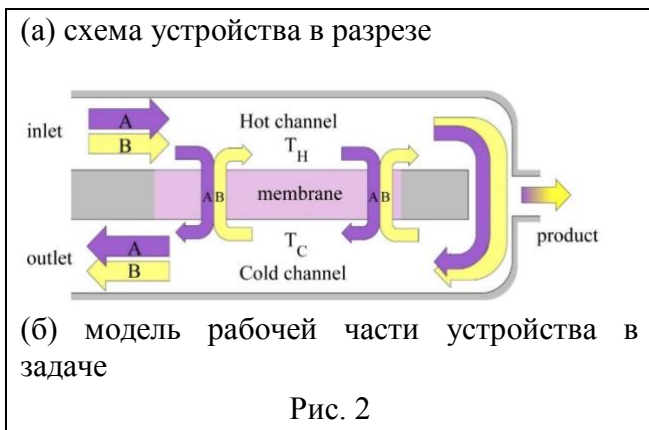


В первой части работы рассмотрены три новые постановки о свободномолекулярном течении газа в микроканалах, где те или иные элементы границы совершают колебательное движение: задача о течении в цилиндрической поре, колеблющейся в своей плоскости мембраны (Рис. 1а), задача о течении в канале с рядом осциллирующих перегородок (Рис. 1б), задача о течении в канале, стенки которого вынужденно изгибаются по волновому закону (Рис. 1в). Во всех задачах показано, что колебательное движение поверхности может влиять на поток газа в канале, и это влияние становится особенно заметно, когда некоторая характерная скорость движения поверхности становится сопоставима с характерной тепловой скоростью молекул. Показано, как этот эффект может быть

использован для разделения газов с разной молекулярной массой. Проведен параметрический анализ для выявления значений для наиболее эффективного разделения.

Вторая часть посвящена моделированию работы газоразделительного устройства, схематично





представляющего собой U-образную трубку, между внутренними сторонами которой помещена мембрана с приложенным к ней перепадом температуры и давления (Рис. 2а). Т.к. устройство совмещает рабочие части с сильно различающимися характерными размерами, то для корректного решения задачи был разработан уникальный многомасштабный численный метод.

Данный метод сочетает решение уравнения

Больцмана в модели МакКормака – для моделирования течения в порах мембраны, с решением системы уравнений Навье-Стокса для бинарной смеси вязких газов при постоянной температуре в приближении малых чисел Маха – для моделирования течения во внешней части устройства (Рис. 2б). Разработанный метод позволил эффективно решить поставленную задачу. Был проведен анализ по всем параметрам работы устройства, на основании которого выдвинут ряд предложений по улучшению работы прототипа.