

ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Василия Викторовича Косьянчука «Многомасштабное моделирование течений газа в разделительных устройствах и мембранах», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Во многих важных технологических приложениях возникает необходимость разделения газовых смесей на компоненты: при обработке попутного нефтяного газа, при решении экологических проблем очистки воздуха от вредных примесей, при разделении изотопов и др. Существующие методы газоразделения являются достаточно энергозатратными, что снижает их экономическую эффективность. Поэтому поиск новейших эффективных методов газоразделения, основанных на современных теоретических представлениях динамики разреженных газов, является актуальной и востребованной задачей.

В диссертации использован подход, применяемый при моделировании микроэлектромеханических устройств, таких, как насос Кнудсена. Течения разреженных газов при конечном отношении длины свободного пробега частиц к размеру канала часто проявляют особые свойства, отличные от свойств течений в больших масштабах: возникновение слоя Кнудсена вблизи стенок, парадокс Кнудсена при течении в канале, тепловое скольжение. Это является предпосылкой для создания технических устройств с новыми возможностями. В частности, высокочастотные колебания, перепады температуры и давления, изменение формы границы могут применяться для разделения газовых смесей.

В работе на основе кинетического подхода решены три задачи: о свободномолекулярном течении газа в канале мембраны, колеблющейся в своей плоскости; о течении в микроканале с рядом колеблющихся перегородок; о течении в микроканале со стенками, движущимися по волновому закону. Найдены отношения параметров задачи, при которых повышается эффективность разделения смеси. При этом для двух последних задач показано, что параметры, при которых достигается эффект разделения, достижимы уже при нынешнем уровне техники. Для задачи о течении смеси в устройствах, содержащих области переходного и континуального режимов течения, разработан многомасштабный гибридный численный метод, сочетающий решение уравнений МакКормака и Навье-Стокса в соответствующих областях. Найдено оптимальное соотношение параметров задачи для получения максимальной эффективности разделения.

Данные результаты являются новыми. Их достоверность обеспечена использованием хорошо апробированных методов механики сплошной среды и динамики разреженного газа, сравнением с экспериментом и

теоретическими результатами других авторов. Несомненно не только теоретическая ценность результатов, но и их практическая значимость.

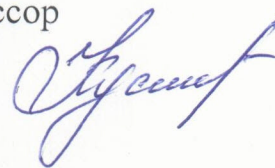
Работа прошла серьезную апробацию, результаты докладывались на многих международных и Всероссийских конференциях. Основные результаты опубликованы в 11 статьях в изданиях, рекомендованных ВАК РФ и/или индексируемых в международных базах WoS, Scopus. По результатам работы получен патент на полезную модель.

Замечания по работе:

1. Утверждение о том, что эффект разделения не зависит от модели рассеяния (стр. 11), не совсем корректно. Коэффициент аккомодации импульса является одним из параметров модели рассеяния. Как видно из дальнейшего обсуждения, при стремлении к зеркальному рассеянию эффект разделения исчезает. Более правильно было бы сказать, что, при одинаковых значениях коэффициента аккомодации, эффект не зависит от вида граничной трансформанты.
2. В задаче (2) расстояние L между затворами одинаково. Интересно, какой эффект можно было бы ожидать при различных расстояниях между затворами (например, кратных L)? Еще хотелось бы понять, каковы физические причины возникновения максимума $P(u/c)$ в этой задаче.
3. Ссылку на работу S. Nakae в описании 4-й главы следовало бы привести с указанием всех библиографических данных, а не только года.

Данные замечания не снижают ценности работы в целом. Судя по автореферату, работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Автор, Василий Викторович Косьянчук, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Профессор кафедры гидроаэромеханики
Санкт-Петербургского государственного университета
доктор физико-математических наук, профессор



Кустова Е.В.

Кустова Елена Владимировна
198504, Санкт-Петербург
Университетский пр., д. 28
(812) 428 49 11
e.kustova@spbu.ru



Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.html>

10.08.2019