

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Гермидер Оксаны Владимировны «Математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса в разреженных газах в микро- и наноканалах с различной конфигурацией сечения», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Диссертация Гермидер О.В. посвящена решению задач, связанных с математическим моделированием процессов тепло- и массопереноса в каналах, характерный размер поперечного сечения которых сравним со средней длиной свободного пробега молекул газа. Решение данной проблемы представляет интерес, например, в связи с разработкой современных MEMS и NEMS технологий. Учитывая пристальное внимание, которое в последнее время уделяется на страницах открытой печати моделированию процессов переноса в микро и наноканалах, тема диссертационного исследования Гермидер О.В. несомненно является актуальной.

Научная новизна проведенного исследования заключается в том, что для получения значений потоков тепла и массы газа в микро- и наноканалах технических систем соискателем разработан новый комплексный подход, основанный на использовании методов классической кинетической теории разреженных газов, линейной теории переноса, классических методов решения интегро-дифференциальных уравнений в частных производных и методов численного интегрирования с использованием полиномов Чебышёва. Для построения функции распределения молекул газа по скоростям соискателем использовано модельное уравнение Больцмана – стационарное уравнение Вильямса. В качестве граничного условия на стенках канала использованы модели диффузного и зеркально-диффузного отражения молекул газа стенками канала. Рассмотренные в диссертации задачи решаются в предположении малого градиента температуры и давления вдоль оси каналов. Для малой добавки, учитывающей отклонение функции распределения от локально-равновесной, соискателем получено аналитическое решение. Таким образом, функция распределения построена в явном виде. С использованием постро-



енной функции распределения соискателем вычислены значения потоков тепла и массы газа через поперечное сечение канала, в широком диапазоне значений числа Кнудсена в зависимости от геометрии сечения канала и коэффициента аккомодации тангенциального импульса. Программная реализация численных алгоритмов, предложенных соискателем для нахождения удельных значений потоков тепла и массы газа через поперечные сечения канала, выполнена в виде программного комплекса с применением системы компьютерной алгебры Maple 18. Для верификации полученных результатов проводится их сравнение с аналогичными результатами, известными из литературных источников. С использованием описанной выше процедуры соискателем получены решения краевых задач о тепловом крипе и течении Пуазейля для цилиндрического канала, каналов прямоугольного и эллиптического сечений и каналов с внутренним цилиндрическим элементом. Полученные в диссертации результаты являются новыми, представляющими интерес для широкого круга исследователей в области кинетической теории газов и плазмы.

Практическая и теоретическая значимость проведенного исследования заключается в том, что полученные в работе результаты могут быть использованы при решении многих задач динамики разреженного газа и плазмы, теории переноса, а также в целом ряде отраслей промышленности. Например, при разработке и модернизации микро- и наноэлектронных систем, а также в высшей школе при подготовке инженерных и научных кадров.

Основные результаты диссертации Гермидер О.В. прошли достаточную апробацию. Их достоверность обоснована многочисленными сравнениями с аналогичными результатами, полученными в рамках прямого численного моделирования.

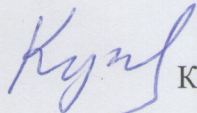
В качестве вопроса к соискателю можно высказать следующее. В работе используется релаксационное кинетическое уравнение с частотой столкновений, пропорциональной молекулярной скорости. Для этой модели в литературе отсутствуют результаты, полученные с использованием методов прямого численного моделирования. В то же время из открытых источников известно, что значение макропараметров газа в ряде случаев существенным образом зависит от выбора модели интеграла столкновений. В связи с этим,



вызывает интерес следующий вопрос: можно ли получить аналогичное решение для более простого кинетического уравнения, например, достаточно широко известной БГК-модели уравнения Больцмана? В этом случае представленную в диссертации аналитику можно было бы подтвердить сравнением с имеющимися в литературе численными данными, полученными на основе этой модели. Заметим, что данное замечание никак не влияет на ценности и значимость выполненного Гермидер О.В. диссертационного исследования.

Содержание автореферата позволяет сделать вывод о том, что диссертация Гермидер Оксаны Владимировны «Математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса в разреженных газах в микро- и наноканалах с различной конфигурацией сечения» соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а ее автор, Гермидер Оксана Владимировна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности.

Доктор физико-математических наук,  
Профессор кафедры теоретической физики МГОУ

 Кузнецов М. М.

Государственное образовательное учреждение высшего образования Московской области  
«Московский государственный областной университет».

Почтовый адрес: 141014, Московская область, г. Мытищи, ул. Веры Волошиной, д. 24.  
Телефон: (495) 780-09-43 Эл. почта: [kaf-tfiz@mgou.ru](mailto:kaf-tfiz@mgou.ru)

«14» 05 2019 г.

Подпись Кузнецова М.М. удостоверяю.  
Начальник отдела кадров  
научно-педагогического  
персонала МГОУ



Сайфуллина А.Ю.