

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Никитченко Юрия Алексеевича "Системы моментных уравнений и следующие из них модели неравновесных течений", представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05-Механика жидкости, газа и плазмы.

При помощи моментных методов решения кинетических уравнений ранее были получены важные результаты для линейризованных задач (аэрозоли) и для вывода соотношений переноса в сложных системах при малых числах Кнудсена (плазма в сильном магнитном поле). Распространение методов на нелинейные процессы с сильной поступательной неравновесностью (а именно к таким относятся задачи гиперзвуковой аэродинамики при числах Кнудсена порядка или больше единицы), натолкнулось на принципиальные трудности (дефекты решения), поэтому на практике здесь применяются другие методики. Анализу этих трудностей, поиску путей их преодоления и выводу на такой основе математических моделей неравновесных течений, применимых в более широкой области определяющих параметров, чем уравнения Навье—Стокса, посвящена значительная литература. Этому научному направлению принадлежит данная диссертация.

В диссертации постановка проблемы обобщена на учёт внутренних степеней свободы молекул. Указанные трудности обусловлены конвективными частями уравнений, что оправдывает применение диссертантом приближённых выражений для источниковых (релаксационных) слагаемых. Это позволило получить бесконечную систему уравнений моментов без знания вида функции распределения (как в классическом случае максвелловских молекул). Для вывода искомым моделей необходимо оборвать цепочку уравнений на некотором достаточно высоком номере и ввести приемлемые аппроксимации высших моментов. При этом используется полуэмпирический (феноменологический) подход, основанный на качественных соображениях, опыте и сопоставлении результатов с экспериментальными и теоретическими данными для представительных задач динамики разреженного газа. Тем более – для труднейшей проблемы вывода граничных условий.

По сравнению с другими авторами, диссертант даёт вывод и апробацию более широкого спектра моделей на базе более разнообразного класса задач с сильной поступательной неравновесностью (научная и практическая новизна). В разделах 1-3, 5 изложен этот вывод и анализ моделей на принципиальной задаче о структуре ударной волны. Четвертый раздел – феноменологическое рассмотрение постановки граничных условий. Дальнейшая часть диссертации посвящена решению при помощи некоторых из полученных моделей плоских задач о теплопередаче между пластинами, течения Куэтта и сверхзвуковом обтекании пластины под нулевым углом атаки. Анализируются также некоторые результаты по структуре ударной волны.

Основной результат диссертации – демонстрация возможностей расширения области применимости математических моделей неравновесных течений газов с сильной поступательной неравновесностью сплошнородного (континуального) типа вместо кинетических уравнений: показано, что решения задач при помощи некоторых из предложенных моделей могут быть применимы в более широком диапазоне значений числа Кнудсена, чем решения при помощи уравнений Навье—Стокса. Интересны также результаты по применению моментных уравнений к задаче о структуре ударной волны (субскачки) и к задаче обтекания пластины (течение в окрестности её носика). В этом – научная значимость диссертации.

Диссертант проявил большой круг научных интересов, эффективное умение работать с громоздкими тензорными выражениями, находить численные решения сложных нелинейных систем уравнений в частных производных. Достоверность

результатов диссертации обусловлена использованием известных численных методик и согласием их данных с экспериментальными.

Желательными были бы конкретные практические рекомендации по применению моделей, однако вряд ли возможно это требовать от диссертанта, который провёл и без того обширную исследовательскую работу, получил интересные результаты по расширению области применимости сплошнородных моделей, что остаётся актуальной темой с различных точек зрения, несмотря на прогресс в численных методиках решения кинетических уравнений.

К изложению и оформлению материала существенных замечаний не имею. Результаты диссертации опубликованы достаточно полно.

Данная работа удовлетворяет требованиям ВАК к докторским диссертациям по специальности 01.02.05- Механика жидкости, газа и плазмы, её автор Ю. А. Никитченко заслуживает присуждения искомой степени.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Официальный оппонент,
Главный научный сотрудник ФГУП
"Центральный аэрогидродинамический институт
имени профессора Н.Е. Жуковского" (ЦАГИ),
доктор физико-математических наук,
старший научный сотрудник

В.С.Галкин

г.Жуковский, Московская область, ул.Жуковского, д.1
84955563202, 89039637798, dsmc1@mail.ru

Подпись В. С. Галкина заверяю:

Учёный секретарь диссертационного совета ЦАГИ Д 403.004.01,
доктор физико-математических наук, профессор



М. А. Брутян