

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Никитченко Юрия Алексеевича на тему "Система моментных уравнений и следующие из них модели неравновесных течений", представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 01.02.05 "Механика жидкости, газа и плазмы"

Диссертация Никитченко Ю.А. на тему "Система моментных уравнений и следующие из них модели неравновесных течений" выполнена на актуальную тему создания математических моделей неравновесных течений для отработки сверхзвуковых и гиперзвуковых летательных аппаратов различного назначения, совершающих полет на высотах от 20 до 120 км, где воздух достаточно разрежен и требуется учитывать дополнительные нелинейные эффекты взаимодействия летательного аппарата и потока. С ростом производительности компьютеров появилась возможность проведения вычислительных экспериментов в области решения задач гиперзвуковой супераэродинамики, однако доступные на сегодняшний день методы и алгоритмы решения таких задач либо не достаточно устойчивы (например, метод Грэда), либо не достаточно точны для воспроизведения картин течения и имеют ограничения (например, по значениям числа Кнудсена $Kn < 1$ в методе Чепмена-Энскога и в его обобщенных версиях). Именно поэтому тема диссертационного исследования, выбранная Ю.А. Никитченко является актуальной, а полученные результаты, связанные с созданием отечественных прикладных программ, адаптированных для решения на компьютерах с параллельной архитектурой, будут востребованы при создании дешевых и надежных многоразовых аэрокосмических систем социально-экономического и военного назначения.

Методологически в работе Ю.А. Никитченко применяется аналитический метод, а для изучения свойств полученных систем моментных уравнений и физико-математических моделей используется метод численного эксперимента.

Научная новизна полученных результатов заключается в следующем:

- предложен метод построения моментных уравнений для функций распределения общего вида, необходимых для математического описания высокоскоростных течений с различными числами Кнудсена без конкретизации модели межмолекулярного взаимодействия;

- автором предложены два метода снижения коротковолновой неустойчивости системы моментных уравнений;

- разработана модель граничных условий на твердой поверхности, не требующая ограничений по числам Кнудсена;

- показана физическая неадекватность 5-моментной модели в отношении

определения температур поступательных и внутренних степеней свободы молекул;

- разработаны инженерные модели, обеспечивающие достаточно широкий профиль ударной волны применительно к аэродинамике гиперзвуковых скоростей на больших высотах.

Научная значимость полученных результатов состоит в разработке теории построения системы моментных уравнений и системы математических моделей, позволяющей снизить коротковолновую неустойчивость и расширить область проведения высокоточных расчетов как по числам Маха, так и по числам Кнудсена. Показано, в частности, что первое приближение 24-оментной системы уравнений приводит к двум неэквивалентным моделям течения многоатомного газа: к модели Навье-Стокса-Фурье с коэффициентом объемной вязкости и к двухтемпературной модели.

Практическая значимость проведенных исследований заключается в возможности использования разработанного методического аппарата для создания отечественных пакетов прикладных программ расчета аэродинамических характеристик гиперзвуковых летательных аппаратов. В перспективе практическое использование результатов диссертации Никитченко Ю.А. может позволить существенно сократить время проведения вычислительных экспериментов, необходимых для отработки гиперзвуковых летательных аппаратов. Кроме того, использование разработанной автором гибридной модели неравновесного течения, лишенной коротковолновой неустойчивости и позволяющей получить физически адекватное поле течения в высоко неравновесной области, может существенно повысить точностные характеристики процесса наземной отработки изделий РКТ.

Вместе с тем, по результатам рассмотрения автореферата следует отметить следующие замечания:

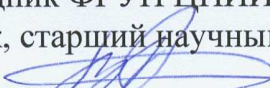
1. В автореферате на странице 39 приведена ссылка на литературный источник из диссертации [99], что несколько осложняет восприятие материала из-за отсутствия списка источников в самом автореферате.


2. Ссылку на расчет гиперзвукового обтекания тонкой пластины при нулевом угле атаки, описанный в седьмом разделе диссертации, было бы желательно дополнить соответствующей схемой.

Высказанные замечания не снижают ценности работы и достоверности полученных результатов и выводов.

В целом, анализ материалов автореферата показывает, что в диссертации Никитченко Ю. А. поставлена и успешно решена научно-техническая проблема развития метода моментных уравнений для случая гиперзвукового течения многоатомного газа.

Таким образом, по результатам рассмотрения автореферата можно сделать вывод о том, что диссертация Никитченко Ю. А. на тему "Система моментных уравнений и следующие из них модели неравновесных течений", представленная на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 01.02.05 "Механика жидкости, газа и плазмы", удовлетворяет требованиям ВАК и может быть оценена положительно, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Главный научный сотрудник ФГУП ЦНИИмаш,
доктор технических наук, старший научный сотрудник
 В.Ю. Ключников

Начальник лаборатории ФГУП ЦНИИмаш,
кандидат технических наук, доцент
 А.Ю. Галактионов

Подписи Ключникова Валерия Юрьевича и Галактионова Алексея Юрьевича
удостоверяю

Главный ученый секретарь ФГУП ЦНИИмаш,
доктор технических наук,
профессор





Ю.Н. Смагин