

**Отзыв о магистерской диссертации Мишина Льва Дмитриевича
«Решение задач неравновесной газовой динамики в приближении
поуровневой кинетики»**

Приближение поуровневой кинетики является одним из наиболее детальных и надежных способов моделирования сильнонеравновесных течений с колебательной релаксацией и химическими реакциями. Данный подход является довольно затратным с вычислительной точки зрения, поскольку требует совместного решения уравнений сохранения и уравнений для заселенностей всех колебательных состояний смеси. Однако с увеличением мощности современных компьютеров метод активно развивается и находит все более широкое применение при решении актуальных задач неравновесной аэротермодинамики, например, при описании входа в атмосферу космического аппарата.

Л.Д. Мишину была поставлена задача записать общую систему уравнений поуровневой кинетики и динамики неравновесной смеси газов и применить ее для решения двух конкретных проблем: одномерной задачи о течении газа за фронтом сильной ударной волны и двумерной задачи о течении вязкого газа в пограничном слое у полубесконечной пластины. При этом новизна подхода состояла в учете многоквантовых обменов колебательной энергией в одномерной задаче и корректном учете поуровневых коэффициентов переноса в двумерном случае.

С первой задачей Л.Д. Мишин справился полностью, проявив отличное знание методов программирования в среде Matlab и высокую квалификацию при численном решении жестких систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Были проанализированы современные данные по коэффициентам скорости физико-химических процессов, даны рекомендации по их выбору, проделан большой объем вычислений, для разных чисел Маха рассчитаны параметры течения бинарных смесей азота и кислорода за фронтом ударной волны, проведен анализ результатов и оценена роль многоквантовых обменов в кинетике и динамике высоко-температурных течений. Полученные результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение, так как определяют пределы применимости упрощенных моделей при исследовании неравновесных течений. Результаты частично опубликованы в журнале Вестник Санкт-Петербургского университета, серия 1.

Решение второй задачи вызвало объективные трудности, связанные, в первую очередь, с изучением поуровневых коэффициентов переноса и записью системы уравнений в двумерном течении. Тем не менее, система была записана, исследована и приведена к безразмерному виду, удобному для численного решения. Было использовано преобразование координат Дородницына-Лиза, позволяющее в некоторых случаях свести уравнения в частных производных к ОДУ.

Л.Д. Мишин показал хорошие знания и высокую квалификацию. Следует, однако, отметить некоторый недостаток мотивации и интереса к научной работе, что, по моему мнению, послужило препятствием к успешному завершению работы над второй задачей. Тем не менее, в целом была проделана большая теоретическая и вычислительная работа, проведен грамотный анализ результатов, сделаны выводы и даны практические рекомендации.

Считаю, что, несмотря на указанные выше замечания, магистерская диссертация Л.Д. Мишина заслуживает оценки «отлично».

Научный руководитель:



Е.В. Кустова

23 мая 2016