

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Облапенко Георгия Павловича
«Скорость физико-химической релаксации в вязких неравновесных течениях газов»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.02.05 — «механика жидкости газа и плазмы»

Диссертация Г.П. Облапенко посвящена важной и актуальной теме — совершенствованию моделей, используемых для определения скоростей химических реакций и обмена энергией между различными степенями свободы молекул в смесях вязких газов. От правильного описания процессов физико-химической релаксации существенно зависит корректность моделирования неравновесных течений, встречающихся во многих приложениях — при входе космических аппаратов в атмосферу, в соплах реактивных двигателей, газодинамических лазерах, ударных трубах.

В диссертационной работе для анализа изучаемых кинетических явлений использован подход, основанный на разделении быстрых и медленных процессов и применении к системе обобщенных уравнений Больцмана разложения Чепмена-Энскога по параметру, представляющему отношение характерных времен этих процессов. Это позволило с единой точки зрения исследовать взаимное влияние различных физико-химических явлений — химических реакций, диссоциации, колебательной релаксации, учесть эффекты, связанные с ангармоничностью молекулярных колебаний, составом смеси, действием вязкости. Автором разработаны теоретически обоснованные модели вычисления скорости физико-химической релаксации в многотемпературном приближении, получена модификация формулы Ландау-Теллера, позволяющая повысить точность вычислений скорости колебательной релаксации при наличии сильной неравновесности, предложен более точный метод расчета времени колебательной релаксации при высоких температурах. Развитые модели реализованы в виде расчетных программ, выполнена реализация поуровневого подхода для метода прямого статистического моделирования (ПСМ). Применимость и точность моделей исследована в конкретных расчетах, включая расчеты обтекания двумерных тел неравновесным потоком смеси газов, проведено сравнение с моделями других авторов и экспериментальными данными.

Судя по автореферату, работа представляет заметный шаг в развитие методов моделирования неравновесных течений. Не вызывает сомнений актуальность и новизна полученных результатов. Предложенные в диссертации модели могут найти широкое применение, быть включены в разрабатываемые в различных организациях расчетные программы, основанные как на континуальном подходе, так и на методе ПСМ.

К недостаткам автореферата мы бы отнесли недостаточно подробное в некоторых случаях обсуждение приведенных на графиках результатов расчетов. Так, на рис. 1 очевидно заметное несовпадение при высоких температурах времен колебательной релаксации, предсказываемых всеми моделями, с данными эксперимента. Несмотря на то, что автор пишет, что полученная им формула «дает качественное согласие с результатами экспериментов», в действительности ее расхождение с экспериментом сравнимо с тем, что дает формула Милликена-Уайта с поправкой Парка, только имеет обратный знак. Здесь уместен был бы краткий комментарий о возможных причинах такого расхождения. Также, на рис. 3 (справа)

представляется загадочным резкое падение, в противоположность всем другим моделям, величины релаксационного члена, рассчитанного по первому приближению метода Чепмена-Энскога, при температурах выше 10 000 К.

Высказанные замечания не снижают существенно нашей оценки диссертации в целом. Считаю, что диссертация полностью соответствует специальности 01.02.05 — «механика жидкости газа и плазмы» и требованиям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, и ее автор, Облапенко Георгий Павлович, заслуживает присуждения ему искомой степени кандидата физико-математических наук по данной специальности.

Старший научный сотрудник
ИТПМ СО РАН, д.ф.-м.н.

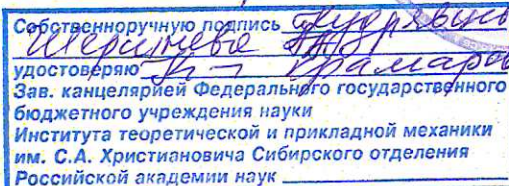


/Кудрявцев А.Н./

Научный сотрудник
ИТПМ СО РАН, к.ф.-м.н.

/Шершнёв А.А./

05.04.2017 г.



Кудрявцев Алексей Николаевич,
д.ф.-м.н., с.н.с. Лаборатории,
вычислительной аэродинамики
Института теоретической и
прикладной механики
им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения
Российской академии наук
Тел. (383) 330-42-68
E-mail: admin@itam.nsc.ru
<http://www.itam.nsc.ru>
630090, г. Новосибирск,
ул. Институтская, 4/1

Шершнёв Антон Алексеевич
к.ф.-м.н., н.с. Лаборатории
вычислительной аэродинамики
Института теоретической и
прикладной механики
им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения
Российской академии наук
Тел. (383) 330-42-68
E-mail: admin@itam.nsc.ru
<http://www.itam.nsc.ru>
630090, г. Новосибирск,
ул. Институтская, 4/1