

## РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию Мишиной Алены Игоревны

“Колебательная релаксация молекул СО с учетом резонансного VE-обмена”

В работе обсуждаются вопросы математического моделирования неравновесных течений газа СО с учетом электронных состояний и VE-обменов в приближении поуровневой кинетики. Обычно, VE-обмены не учитываются при моделировании, поэтому результаты магистерской работы представляют большой интерес. Необходимо отметить, что даже небольшая концентрация частиц с различными электронными состояниями может приводить к изменению макропараметров, поскольку переходы между различными электронными термами сопровождаются большим обменом энергии (до 8 эВ, см. рис. 1.1). Научная новизна работы заключается в представленной математической модели VE-обмена. С помощью предложенной модели решены две задачи: пространственно-однородная релаксация и течение газа в коническом сопле в поуровневом приближении.

При решении задачи о пространственно-однородной релаксации было обнаружено, что VE-обмен влияет на оценку числовых плотностей каждого электронного уровня, а также на зависимость их колебательной температуры от времени. Учет переходов между электронными термами приводит к интересной особенности – немонотонному поведению колебательных температур.

Результаты моделирования течения газа в коническом сопле показали существенное влияние VE-обмена на распределение макропараметров в случае, когда не учитываются химические реакции (диссоциация/рекомбинация). В химически реагирующих течениях вклад VE-обмена становится меньше.

Полученные результаты могут использоваться при моделировании процессов накачки энергии СО-лазером, при моделировании неравновесных течений в соплах (и около них) двигателей ориентации и управления космического аппарата, а также в задачах аэротермодинамики перспективных пилотируемых транспортных систем.

Материал хорошо структурирован и изложен ясным языком. В работе дано развернутое описание формул и рисунков, приведены ссылки на используемые современные источники литературы. Тема работы полностью раскрыта. По оформлению работы можно сделать незначительные замечания:

1. На некоторых рисунках легенда накладывается на результаты вычислений (например, рис. 3.2, 3.4, 5.6 и другие).
2. На некоторые рисунки отсутствуют ссылки в виде номеров, а у некоторых рисунков отсутствуют подписи.

Указанные замечания незначительны и не снижают общего высокого уровня работы. Считаю, что работа Мишиной А.И. является законченным научным исследованием, полностью соответствующим требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям. Автор работы, безусловно, заслуживает оценку “отлично” и рекомендацию в аспирантуру для дальнейшей подготовки кандидатской диссертации.

н.с., к.ф.-м.н.,

ИТПМ СО РАН

Шоев Г.В.