

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

Результаты и выводы статьи Жлуктова С.В., Тирского Г.А., Утюжникова С.В. «Термодинамически неравновесный вязкий ударный слой около длинных притупленных конусов» (ПММ, 1994. Т. 58. Вып. 3. С. 119–130) требуют некоторого уточнения, а именно:

1. При сравнении значений относительного теплового потока, полученных авторами, с соответствующими значениями, опубликованными в работе [19], был использован вариант указанной работы в переводе, в котором допущена ошибка при переводе температуры по шкале Рэнкина в температуру по шкале Кельвина, с чем и связано большое расхождение в результатах. С данными оригинальной работы совпадение хорошее. В частности, в предположениях работы [19] (бинарная диффузия при $Le = \text{const} = 1,4$) значения относительного теплового потока, полученные в нашей работе, графически совпадают с данными [19] в области сферического затупления, оказываются меньше 23% непосредственно за точкой сопряжения сферы с конусом и постепенно сближаются, оставаясь ниже на 3 – 5%, на конической части тела. Указанное расхождение может быть связано со сглаживанием, применяемым в [19]. Следует отметить, что остальные результаты нашей работы получены в предположении многокомпонентной диффузии с реальными значениями бинарных коэффициентов Шмидта, вычисленными по соответствующим интегралам столкновения. Отметим также, что используемый в работе численный алгоритм не требует никакого сглаживания ни в продольном, ни в нормальном направлениях.

2. В термодинамической модели, реализованной в численном алгоритме, была обнаружена ошибка в выражениях для удельных энтальпий молекул, в которых уровень отсчета энергии колебательных степеней свободы молекул в набегающем потоке и в ударном слое был разным и отличался на величину $k\Theta/2$ (k – постоянная Больцмана, Θ – характеристическая колебательная температура). Данная ошибка практически не сказывается на характеристиках течения вблизи сферического затупления, но существенно занижает толщину ударного слоя на конусе. Так, на расстоянии 100 радиусов затупления от критической точки отход ударной волны, полученный в предположении неравновесных реакций с разным уровнем отсчета колебательной энергии молекул в набегающем потоке и в ударном слое, на 30% меньше соответствующего химически равновесного значения.

3. Соответственно, вывод о том, что химически неравновесный ударный слой "тоньше" химически равновесного (фиг. 3) неверен. Вновь проведенные расчеты, в частности, показали, что на расстоянии 150 радиусов затупления от критической точки химически неравновесный (термодинамически равновесный) ударный слой на 4%, а химически и термодинамически неравновесный – на 10% "толще" полностью равновесного ударного слоя. На тепловой поток к телу и на давление указанный дефект влияет слабо.

Дополнительно проведенные расчеты свидетельствуют о физической адекватности представленного в работе алгоритма и достоверности основных результатов работы.

Жлуктов С.В., Тирский Г.А., Утюжников С.В.