

**Тепловое воздействие газодисперсных струй на преграды
в широкой области значений управляющих параметров**

Г.В. Моллесон¹, А.Л. Стасенко^{1,2}

¹Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Накопленный к настоящему времени опыт физико-математического моделирования и численного исследования [1], с одной стороны, и результаты многочисленных экспериментов [2, 3] – с другой, позволяют провести их сопоставление в широкой области входных данных, определяющих характер взаимодействия двухфазных сверхзвуковых струй с обтекаемым телом.

В настоящей работе исследованы характерные газотермодинамические параметры взаимодействия с твёрдыми телами моно- и полидисперсных струй при давлениях и температурах торможения p_0 до 2 МПа, $T_0 = 288 - 1750$ К. Учтена зависимость скорости столкновения частиц с обтекаемым телом от их материала, размера и начальной массовой доли в форкамере. Изучены области абсолютно неупругого (эрозионного) и упругого взаимодействия частиц (с отскоком) от тела.

Показано качественное различие характера взаимодействия частиц одного и того же материала в холодных ($T_0 \approx 290$ К) и горячих ($T_0 \approx 1600$ К) струях. В первом случае происходит упругое соударение с отскоком от тела, так что, применяя эвристическую теорию коэффициентов восстановления, можно определить плотность теплового потока, приносимого частицами на тело. На рис. 1 приведено сравнение расчётных и экспериментальных данных [2] плотности потока тепла в точке торможения на сфере радиуса 25 мм в холодной струе с частицами SiO_2 радиусом 30.5 мкм. Во втором реализуется абсолютно неупругое взаимодействие, детальное описание которого затруднительно. Поэтому во втором случае в случае горячей струи в работе предложен полуэмпирический коэффициент, связывающий плотности потоков кинетической энергии падающих частиц и тепла, передаваемого телу в критической точке. Показано, что использование этого коэффициента с учетом разброса численных значений определяющих параметров приводит к хорошему согласованию расчётно-теоретических и экспериментальных результатов.

Результаты работы могут быть использованы для исследования широкого набора ситуаций – от обледенения летательных аппаратов в кристаллических облаках до входа космических зондов в запыленные атмосферы планет.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №13-01-00766.

Литература

1. Моллесон Г.В., Стасенко А.Л. Кинетически – тепловое воздействие сверхзвуковой струи, нагруженной диспергированными частицами, на осесимметричное тело. – ТВТ. 2014. – Т. 52. – № 6. – С. 907 – 914.

2. Кудин О.К., Нестеров Ю.Н., Токарев О.Д., Флакман Я.Ш. Экспериментальное исследование натекания высокотемпературной струи запылённого газа на преграду. – Учёные записки ЦАГИ.– 2013. – Т. 44.– № 6. – С. 105 – 113.

3. Яненко Н.Н., Солоухин Р.И., Папырин А.Н., Фомин В.М. Сверхзвуковые двухфазные течения в условиях скоростной неравновесности частиц. – Новосибирск: Наука, 1980. – 158 с.

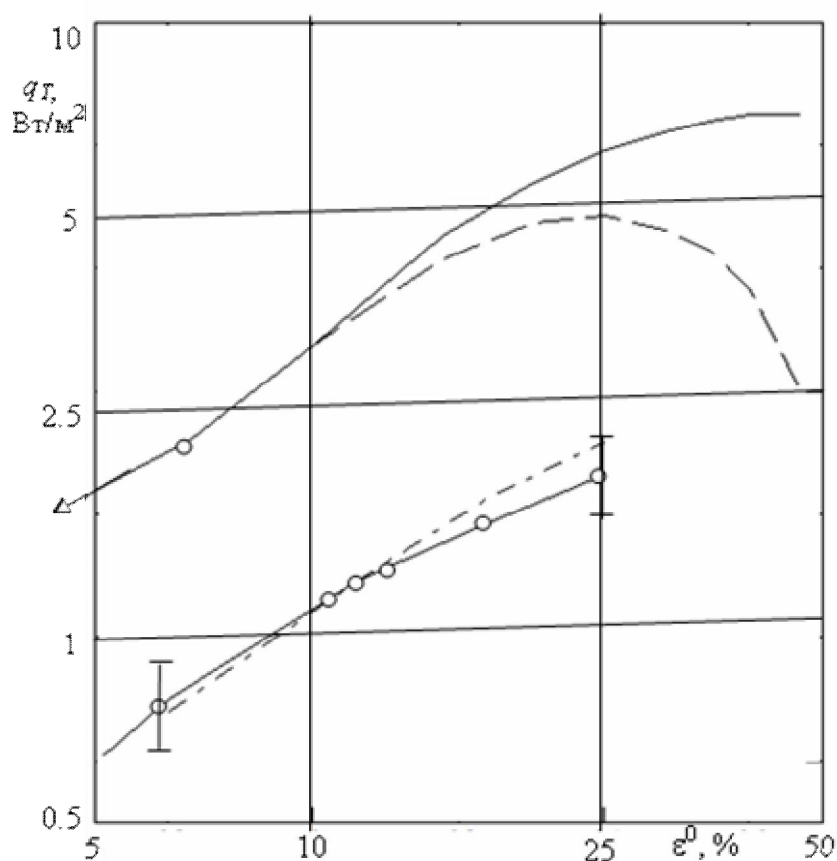


Рис. 1. Сравнение теоретических и экспериментальных данных. Верхние кривые для случая холодной струи, обтекающей сферу: сплошная – без учёта столкновения частиц, штриховая – с учётом; нижние кривые для случая горячей струи, обтекающей торец цилиндра: сплошная с маркерами – эксперимент, штрих-пунктирная – расчёт