

УДК 533.6.071.5

Исследования модели «полусфера–усеченный конус» в бездиафрагменной ударной аэродинамической трубе

Рулева Лариса Борисовна^(*)

ruleva@ipmnet.ru

Солодовников Сергей Иванович

sis63@yandex.ru

Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, Москва, Россия

Аннотация. Экспериментально исследована аэротермодинамика сферической модели в бездиафрагменной ударной аэродинамической трубе при обтекании воздухом. Использована модель полусферы, соединенной с усеченным конусом. Получены графики локального нагрева поверхности в лобовом положении относительно конического сопла и под углами атаки. Отмечено небольшое увеличение нагрева тыльной стороны модели. Получены кадры видеосъемки ударно-волновых конфигураций обтекания потоком модели. Приведены технические возможности оборудования.

Ключевые слова: ударная аэродинамическая труба, сферическая модель, тепловой поток, угол атаки, эксперимент

Введение. Аэротермодинамике посадочного модуля посвящены фундаментальные расчетно-теоретические работы [1, 2]. Математическое моделирование нагрева не только лобовой, но и задней подветренной стороны спускаемого аппарата [1, 3] было подтверждено практически. Сферические модели активно используют для численного и физического моделирования в сверхзвуковых потоках [4].

Для экспериментального исследования выбрана модель, содержащая полусферу, радиусом 38 мм, соединенную с усеченным конусом, которая имитирует посадочный модуль.

Целью экспериментальных исследований явилось регистрация конвективного нагрева поверхности полусферы и конической части модели в нескольких положениях к воздушному потоку.

Материалы и методы; результаты. Модель была размещена в аэродинамическом блоке ударной аэродинамической трубы (ГУАТ), обеспечивающей широкий диапазон режимов течения.

Давления контролировались высокочастотными сертифицированными датчиками давления, сигналы которых оцифровывались аналого–цифровыми преобразователями (АЦП), частотой 10 МГц. К АЦП также были подключены сертифицированные датчики теплового потока, микросекундной инерционностью, размещенные на модели.

Эксперименты проведены на полностью бездиафрагменной ГУАТ, снабженной пневматическими клапанами. При расположении модели по нормали к соплу тепловой поток в центральной области полусферы больше, чем в других областях. В середине конической части модели тепловой поток мал. Его увеличение произошло в положениях 20 и 45 градусов атаки модели к потоку.

В этом же положении увеличение теплового потока зарегистрировано датчиком полусферы, расположенным под углом 45 градусов к центральному датчику. Эта величина теплового потока соизмерима с тепловым потоком центрального датчика при лобовом положении к потоку.

Функционирование соплового пневматического клапана изменило аэродинамику модели, предварительные исследования которой с мембранным входом в сопло сделаны в [5].

На кадрах видеосъемки, с частотой 3740 к/с, зарегистрированы ударно-волновые структуры процесса обтекания модели в осевом положении к соплу и при углах атаки 20 и 45 градусов.

Заключение. Экспериментально измерены тепловые потоки на поверхности полусферы и конической части модели в нескольких положениях к воздушному потоку. Зарегистрировано увеличение нагрева в конической части модели в положении 45 градусов угла атаки.

Работа выполнена по теме госзадания № 124012500440-9.

Список источников

- [1] Суржиков С.Т. *Радиационная газовая динамика спускаемых космических аппаратов. Многотемпературные модели.* Москва, ИПМех РАН, 2013, 701 с.
- [2] Park C., Howe J.T., Jaffe R.L., Candler G.V. Review of Chemical-Kinetic Problems of Future NASA Missions, II: Mars Entries. *J. of Thermophysics and Heat Transfer*, 1994, vol. 8, no. 1, 9 p.
- [3] Суржиков С.Т. Радиационно-конвективный нагрев марсианского аппарата EDL MSL под углом атаки. *Физико-химическая кинетика в газовой динамике*, 2015, т. 16, вып. 2. URL: <http://chemphys.edu.ru/issues/2015-16-2/articles/604/> (дата обращения 15.11.2024).
- [4] Горшков А.В. Аэродинамические характеристики сферы и цилиндра в сверхзвуковом потоке при малых числах Рейнольдса. *Изв. РАН. МЖГ*, 2020, № 5, с. 118–129.
- [5] Рулева Л.Б., Солодовников С.И. *Экспериментальные исследования сферической модели. Волны и вихри в сложных средах.* Москва, ООО «ИСПО — Принт», 2023, с. 248–250.