

МИНОБРНАУКИ РФ
Российский фонд фундаментальных исследований
Национальный исследовательский Томский государственный университет
НИИ прикладной математики и механики Томского государственного университета
Физико-технический факультет
Совет молодых учёных ТГУ

**V Международная молодежная научная конференция
«Актуальные проблемы современной механики
сплошных сред и небесной механики»
25–27 ноября 2015 г., Томск**

**Vth International Youth Scientific Conference
«Currently issues of
continuum mechanics and celestial mechanics – 2015»,
25–27 November, 2015**



Томск-2015

водится на разнесенной разностной сетке с использованием контрольного объема. Конвективные и диффузионные слагаемые описываются с использованием экспоненциальной разностной схемы [3]. Для получения достоверного решения данная задача также решалась с использованием переменных функция тока – вихрь [4]. В результате сравнения двух методов решения получено хорошее соответствие полей скорости, температуры и функции тока.

В работе проведено исследование по влиянию геометрии, режимных параметров, а также критериев Прандтля, Рейнольдса и Грасгофа на распределение полей температуры, вектора скорости и давления. Анализ показал, что вблизи нагреваемой стенки образуется тонкий тепловой пограничный слой, на который существенно влияют геометрические и режимные параметры исследуемой задачи.

Литература

1. Брендаков Р.В., Завьялов Е.Д. Статическая оценка параметров процесса фторирования металлического вольфрама / VI Школа-конференция молодых атомщиков Сибири: сб. тез. и докл., 14–16 октября 2015 г. Томск: Изд. СТИ НИЯУ МИФИ, 2015. 147 с.
2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учеб. для вузов / Л.Г. Лойцянский. М.: Наука, 1987. 840 с.
3. Патанкар С.В. Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости / С.В. Патанкар; пер. с англ. под ред. В.Д. Виленского. М.: Энергоатомиздат, 1984. 149 с.
4. Роуч П. Вычислительная гидромеханика / П. Роуч. М.: Мир, 1977. 618 с.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИПЕРЗВУКОВОГО ОБТЕКАНИЯ МОДЕЛЬНЫХ ПВРД EXPERIMENTAL STUDY OF HYPERSONIC FLOW AROUND OF MODEL RAMJETS

¹И.А. Ионова, ^{1,2}Е.А. Маслов, ²Н.Н. Золоторев, ¹С.Ю. Чижов
¹I.A. Ionova, ^{1,2}E.A. Maslov, ²N.N. Zolotorev, ¹S.Y. Chizhov

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

¹National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

²Национальный Исследовательский Томский государственный университет,

Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики, Томск, Россия

²Tomsk State University, Research Institute of Applied Mathematics and Mechanics, Tomsk, Russia
maslov_eugene@mail.ru

Прямоточный воздушно-реактивный двигатель (ПВРД) является наиболее простым из воздушно-реактивных двигателей [1]. Поскольку рабочий цикл ПВРД происходит без механического сжатия рабочего тела, то отсутствуют соответствующие подвижные механические части. Прямоточный

воздушно-реактивный двигатель – единственный двигатель, способный обеспечить полёт с гиперзвуковыми скоростями в атмосфере Земли.

Одним из основных факторов, влияющих на внутрибаллистические характеристики, является закон скорости горения твердого топлива в высокоскоростном потоке окислителя – воздушного потока. Закон скорости горения определяется параметрами обтекающего воздушного потока. В связи с этим важным этапом при разработке проточного двигателя является определение полей температуры, давления и скорости обдувающего потока в проточном тракте. Математическое моделирование динамики и теплообмена в тракте ПВРД позволяет получить информацию о структуре потока, о распределении газодинамических параметров по длине канала. При этом для оценки адекватности разрабатываемых математических моделей необходимо проведение сравнительного анализа численных результатов и экспериментальных данных, полученных на моделях ПВРД.

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований моделей ПВРД на аэродинамической установке.

Аэродинамическая труба разработана для получения сверхзвукового и гиперзвукового потока. Основной функцией аэродинамической установки является создание кратковременного сверхзвукового потока газа для проведения аэродинамических и аэрофизических исследований. Гиперзвуковой поток создается с помощью профилированных сопел с диаметром выходного сечения 100 мм. Рабочий газ – воздух. Суммарная масса сжатого воздуха в ресивере составляет 56 кг при давлении 15 МПа. Расход сжатого воздуха – до 5 кг/с. Длительность работы установки зависит от условий испытаний и обычно составляет ~ 3.0 с.

В опытах на плоской и осесимметричной моделях ПВРД с осевой сквозной полостью при обдувании регистрировались температура, статическое и динамическое давление, а также визуализировалась структура течения.

Эксперименты для плоской и осесимметричной моделей двигателя по измерению температуры, давления и визуализации потока воздуха были проведены в диапазонах чисел Маха $M = (1 \dots 7)$ и температур торможения набегающего потока в диапазоне $T_0 = (20 \dots 500)$ °С. Система предварительного подогрева рабочего газа до 500 °С реализована с использованием подогревателя кауперного типа.

Для определения числа Маха в проточном тракте применялся пневмометрический метод, который заключается в измерении полного и статического давления потока и давления в форкамере [2].

Параметры натекающего потока воздуха – скорость, статическое давление, статическая температура, плотность и число Маха – определяются значениями параметров воздуха в форкамере (параметры торможения) и степенью расширения сопла. Давление в форкамере в процессе испытаний измерялось датчиком давления ДМ 5007А – ДИ У2. В проточном тракте

ПВРД устанавливали комбинированный приемник давления, позволяющий измерять одновременно динамическое и статическое давление. Все датчики давления подключены к цифровой регистрирующей системе. При запуске аэродинамической трубы через заданные интервалы времени Δt измерялись амплитуды поступающих от датчиков сигналов.

Анализ визуализированной структуры потока показал, что для исследуемых режимов обтекания в проточном тракте моделей ПВРД развивается течение с набором косых скачков уплотнения.

Полученные на моделях ПВРД экспериментальные данные о структуре и основных параметрах воздушного потока в проточном тракте являются объективной информацией для математического моделирования внутрикамерных процессов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-19-10014).

Литература

1. Орлов Б.В., Мазинг Г.Ю., Рейдель А.Л. и др. Основы проектирования ракетно-прямоточных двигателей для беспилотных летательных аппаратов. М.: Машиностроение, 1967. 424 с.

2. Иров Ю.Д., Кейль Э.В., Маслов Б.Н. и др. Газодинамические функции. М.: Машиностроение, 1965. 399 с.

ЧИСЛЕННОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ХРУПКИХ ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗНОМ ТИПЕ ОРГАНИЗАЦИИ ПОРОВОГО ПРОСТРАНСТВА И ВИДАХ НАГРУЖЕНИЯ NUMERICAL STUDY OF FEATURES OF DEFORMATION AND FRACTURE OF BRITTLE POROUS MATERIALS WITH DIFFERENT PORE SPACE TYPE OF ORGANIZATION AND TYPES OF LOADING

К.С. Матыко¹, И.Ю. Смолин^{1,2}.
K.S. Matyko¹, I.Yu. Smolin^{1,2}

¹Национальный Исследовательский Томский государственный университет,

²Институт физики прочности и материаловедения СО РАН.

¹National Research Tomsk State University, ²Institute of strength physics and materials science
matyko.ks@gmail.com

Хрупкие пористые материалы широко встречаются в природе и технике. Одним из представителей данного класса является спеченная керамика на основе нанокристаллических оксидов металлов (в частности, алюминия и циркония). В силу большого разнообразия технологических режимов получения керамики в ее структуре присутствуют поры различных размеров. Именно сочетание механических свойств и параметров поровой структуры