

0.1. Скибина Н.П. Анализ теплового состояния легкоплавкого полимерного горючего в камере сгорания прямоточного воздушно-реактивного двигателя

Прямоточные воздушно-реактивные двигатели с горением топлива в сверхзвуковом потоке рассматриваются в качестве перспективных силовых установок для гиперзвуковых летательных аппаратов. Актуальным направлением исследований является изучение процесса работы таких двигателей, специальных топливных композиций и их компонентов, механизма горения в сверхзвуковом потоке.

Целью работы является анализ теплового состояния легкоплавкого полимерного материала, размещенного в камере сгорания гиперзвукового прямоточного воздушно-реактивного двигателя [1]. Поля температуры в наполнителе, выполненном в виде полого цилиндра, рассматриваются для трех материалов — полиэтилен, полиоксиметилен, полиметилметакрилат. Наполнитель размещается в камере сгорания модели двигателя, после чего происходит обтекание модели набегающим потоком с числом Маха $M=5$ и $M=6$.

Для получения полей температуры проводится математическое моделирование процесса обтекания модели воздушно-реактивного двигателя. Движение вязкого теплопроводного газа описывается осредненными по Рейнольдсу нестационарными уравнениями Навье — Стокса [2]. Турбулентные эффекты учитываются через уравнения SST модели турбулентности. Для всех поверхностей модели заданы газодинамические условия прилипания и граничные условия IV рода для процессов теплопередачи. Для решения используется метод конечных объемов, реализованный в ANSYS Fluent [3].

По результатам численного решения задачи получены поля газодинамических параметров, как для внешнего поля течения, так и для течения, формирующегося в рабочем тракте прямоточного двигателя. Рассмотрено изменение температуры стенки на границе «газ – полимерный наполнитель» с течением времени, построены распределения тепловых потоков. Для различных моментов времени обтекания построены профили температуры в выбранных материалах для определенного набора продольных и поперечных координат.

Оценка толщины прогретого слоя показала, что за время обтекания порядка $t=1$ с происходит прогрев 20% от общей толщины полимерного материала. Немонотонный характер распределения температуры вдоль стенки внутреннего канала наполнителя, и как следствие неоднородное прогревание материала, обусловлены ударно-волновой структурой течения в канале [4].

Научный руководитель — к.ф.-м.н. Фарапонов В. В. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 20-38-90108).

Список литературы

- [1] MASLOV E., FARAPONOV V., ARKHIPOV V., ZHAROVA I., KOZLOV E., SAVKINA N. Investigation of working processes in a flowing channel of ramjet engine. *Thermal Science*, 2019. Vol. 23 (2). P. 531–536.
- [2] Скибина Н. П. Математическое моделирование газодинамических процессов в импульсной аэродинамической установке и расчет некоторых параметров потока в рабочей части // *Вычислительные технологии*. 2019. Т. 24. № 5. С. 38–48.
- [3] ANSYS Fluent User's Guide. ANSYS, Inc., 2013. 2692 p.
- [4] ЧЖЕН П. Отрывные течения / Москва: Мир, 1972. Т. 1. 298 с.