

КЛАССИФИКАЦИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

д.т.н., проф. И.М. Приходько, д.т.н., проф. О.Б. Анипко,
А.Л. Винник, к.т.н. В.А. Дуреев

На основании анализа специфики работы вспомогательных ракетных двигателей твердого топлива предлагается их усовершенствованная классификация.

Анализ литературы и постановка задачи. Одним из основных элементов ракетно-космических систем является ракетный двигатель твердого топлива (РДТТ). Из опубликованных данных следует, что более 90% существующих и вновь разрабатываемых ракетно-космических систем оснащаются РДТТ [1].

В настоящее время принята следующая классификация РДТТ по назначению [1 – 3]: основные (маршевые); вспомогательные; лабораторные.

Из данных трех групп наиболее значительная группа вспомогательных ракетных двигателей твердого топлива. К ним относят достаточно широкий круг двигателей: орбитальных маневров, систем управления ракет, газогенераторы твердого топлива (ТТ), которые близки по принципу действия и характеру рабочих процессов к РДТТ [4] и др. Количество данных двигателей на различных типах ракетно-космических систем может достигать 30 и более [2].

Основными задачами, которые могут решаться с помощью вспомогательных РДТТ, являются [2]:

- управление ракетой по углам тангажа, рыскания и крена в процессе полета;
- стабилизация ракеты на траектории и ориентация в требуемом положении;
- торможение и отделение частей и элементов ракеты;
- обеспечение питания газотурбогенераторов систем электроснабжения ракеты и др.

Одни вспомогательные РДТТ работают от десятых долей секунды до нескольких секунд. Используемые в них ТТ имеют температуру горения более 2000 К. Это, например, РДТТ РД-186, РД-271, РД-293, РД-284, общий вид которых представлен на рис. 1 и 2. Время их работы составляет от 0,3 до 1,6 с [5].

Другие обладают определенными особенностями: низкими температурами горения применяемых в них твердого топлива (до 2000 К) и длительным временем работы (от десятка до нескольких сотен секунд) [3]. Для осуществления продолжительной работы во вспомогательных РДТТ используются заряды ТТ торцевого горения (рис. 3) [4], в связи с чем, защита стенок камер сгорания (КС) значительно усложняется [6].

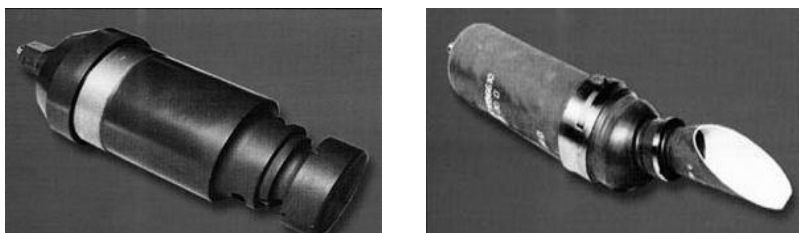


Рис. 1. Ракетные двигатели твердого топлива РД-186 и РД-271

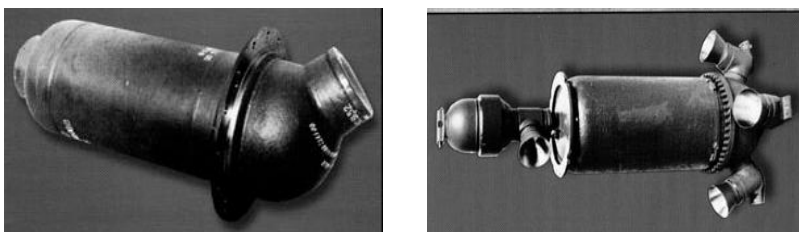


Рис. 2. Ракетные двигатели твердого топлива РД-293 и РД-284

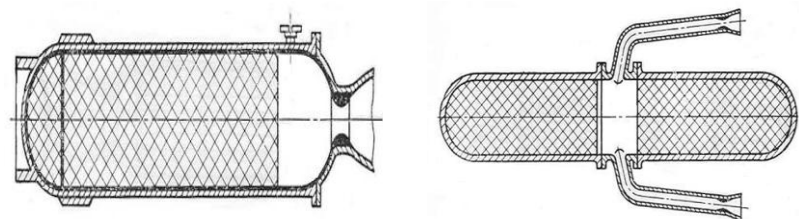


Рис. 3. Схемы вспомогательных РДТТ с зарядами торцевого горения

Следовательно, рассмотренные РДТТ имеют существенные отличия, связанные с тепловой защитой несущих стенок камер сгорания. В этой связи представляется целесообразным в качестве классификационных признаков использовать время работы РДТТ и диапазон температур горения заряда ТТ, и с их учетом этих классифицировать вспомогательные ракетные двигатели твердого топлива.

Цель статьи. Поскольку отсутствует классификация вспомогательных РДТТ, отражающая специфику их работы, то целью статьи является развитие классификации вспомогательных РДТТ на основе следующих признаков: продолжительности работы двигателей и диапазона температур горения заряда ТТ.

Классификация вспомогательных ракетных двигателей твердого топлива с учетом времени их работы и температуры горения заряда ТТ. Предлагается разделить вспомогательные РДТТ на две подгруппы с учетом времени работы двигателя и температуры горения применяемого ТТ.

Первая подгруппа – вспомогательные РДТТ, время работы которых не превышает десяти секунд, и в которых используются ТТ с температурой горения более 2000 К.

Вторая подгруппа – вспомогательные РДТТ, время работы которых составляет от десятка до нескольких сотен секунд, и в которых используются ТТ с температурой горения до 2000 К.

Данная классификация представлена на рис. 4.

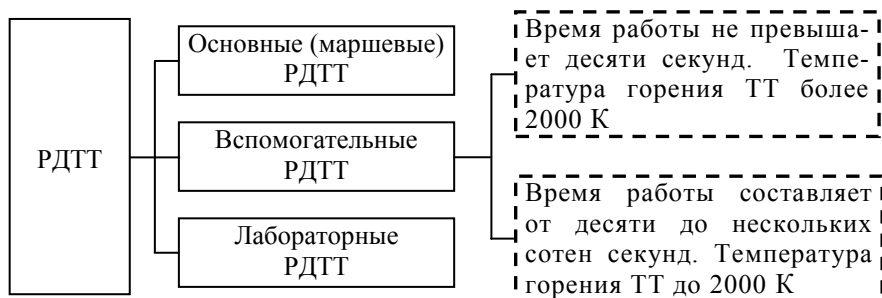


Рис. 4. Классификация РДТТ с учетом введенных квалификационных признаков для вспомогательных РДТТ, выделенных пунктирной линией

При проведении расчетов теплового состояния несущих стенок камер сгорания РДТТ, а также толщины теплозащитного покрытия двигателя продолжительность времени его работы и значение температуры горения ТТ играют значительную роль. Именно данные параметры определяют конструктивные особенности ракетных двигателей твердого топлива и позволяют выбрать метод решения тепловых задач по определению теплового состояния конструкционных элементов камер сгорания, выбору тепловой защиты и параметров потока рабочего тела. Кроме того, расчет термодинамических характеристик продуктов сгорания ТТ

проводится по зависимостям, учитывающим температуру горения твердого топлива [2].

Выводы. Предложенная классификация вспомогательных ракетных двигателей твердого топлива по времени работы и температуре горения твердого топлива, отражает специфику работы двигателей и позволяет разграничивать области их применения и использовать для тепловых расчетов камер сгорания ракетных двигателей твердого топлива методики, которые учитывают эти отличия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фахрутдинов И.Х., Котельников А.В. Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.
2. Дюнзе М.Ф., Жимолохин В.Г. Ракетные двигатели твердого топлива для космических систем. – М.: Машиностроение, 1982. – 160 с.
3. Алемасов В.Е., Дрегалин А.Ф., Тишин А.П. Теория ракетных двигателей. – М.: Машиностроение, 1980. – 533 с.
4. Абугов Д.И., Бобылев В.М. Теория и расчет ракетных двигателей твердого топлива. – М.: Машиностроение, 1987. – 272 с.
5. Двигатели 1944–2000: авиационные, ракетные, морские, наземные / Под общ. ред. И.Г. Шустова. – М.: ООО “АКС-Конверсалт”, 2000. – 434 с.
6. Алемасов В.Е. Теория ракетных двигателей. – М.: Оборонгиз, 1963. – 476 с.

Поступила 11.10.2004

ПРИХОДЬКО Иван Михайлович, доктор техн. наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории Объединенного научно-исследовательского института Вооруженных Сил. Область научных интересов – тепло-массообмен в ракетной и космической технике.

АНИПКО Олег Борисович, доктор техн. наук, профессор, профессор кафедры Харьковского университета Воздушных Сил. Область научных интересов – теплообмен и термодинамика.

ВИННИК Алексей Леонидович. В 1988 году окончил Ростовское высшее командно-инженерное училище ракетных войск. Область научных интересов – тепловая защита конструкций.

ДУРЕЕВ Вячеслав Александрович, канд. техн. наук, старший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории кафедры Харьковского университета Воздушных Сил. В 1997 году окончил Харьковский военный университет. Область научных интересов – тепловая защита конструкций.