

ДВИГАТЕЛЬ СО СМЕННОЙ ФОРСУНОЧНОЙ ГОЛОВКОЙ

Багаутдинов Д.И., Буторин С.А.

Самарский университет, г. Самара, elephant-SOS@yandex.ru

Ключевые слова: жидкостный ракетный двигатель малой тяги, форсунки, модульный двигатель, сопло, топливо.

В настоящее время жидкостные ракетные двигатели малой тяги (ЖРДМТ) являются основными двигателями, которые применяются в системах управления таких космических летательных аппаратов (КЛА), как орбитальные станции и различные спутники. В отличие от твёрдотопливных ракетных двигателей малой тяги (ТРДМТ), данные двигатели способны безотказно работать как в непрерывном, так и в импульсном режимах, при этом работа в импульсном режиме является одной из характерных особенностей. Дать уверенное заключение о надежности и работоспособности конструируемых двигателей возможно только на основе цикла испытаний их опытных образцов в условиях в значительной степени приближенных к реальным [1]. Для упрощения и удешевления процесса проведения экспериментов при проектировании предлагается заложить модульность системы, которая обеспечит возможность замены всевозможных узлов ракетного двигателя.

Объектом исследования является ЖРДМТ, работающий на газообразных компонентах (метан-воздух), с модульностью форсуночной головки для изменения типов форсунок: струйные с внешним смещением без пересекающихся струй, струйные с внешним смещением и пересекающимися струями, струйными форсунками с внутренним смещением; и расположения зажигательного устройства: в ядре и пристеночном слое [2].

Расчеты проводились в программах СПК «TERRA» и PTC Mathcad 15. В результате были получены характеристики камеры сгорания и форсунок, которые отображены в табл. 1 и табл. 2.

Табл. 1. Входные параметры ЖРД

Давление в КС	0,5	МПа
Тяга	100	Н
Давление в выходном сечении	10	кПа
Температура в КС	1688	К
Расходонапряженность	$0,04 \cdot 10^{-3}$	кг/(кН·с)
Плотность горючего	9,04	кг/м ³
Плотность окислителя	5,57	кг/м ³
Потери в КС	0,92	-
Относительная температура стенки	0,3	-
Время пребывания РТ в КС	0,005	сек
Коэффициент избытка окислителя	0,52	-

Табл. 2. Рассчитанные параметры

Удельный импульс идеальный	1586,3	м/с
Действительный удельный импульс	1336,8	м/с
Геометрическая степень расширения	1,4118	-
Суммарный массовый расход	74,8	г/с
Массовый расход окислителя	66,5	г/с
Массовый расход горючего	8,3	г/с

На основании данных расчетов построен чертеж и 3D модель двигателя (рис.1).

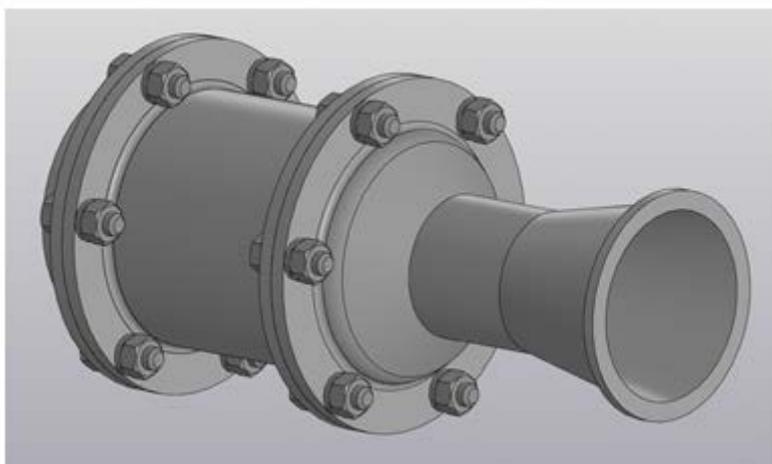


Рис.1. 3D модель двигателя

Модульность узлов ракетного двигателя не ограничивается лишь форсуночными головками – могут быть изменены как компоненты топлива, так и формы сопла и всей камеры сгорания в целом.

Таким образом, модульность позволяет добиться значительного уменьшения времени на проведение эксперимента и наглядности изменения параметров двигателя при различных конструкциях, что может быть использовано в учебном процессе в качестве практики для студентов ВУЗов ракетно-космической направленности.

Список литературы

1. Особенности испытаний жидкостных ракетных двигателей малой тяги / В. П. Назаров, В. Ю. Пиунов, В. Г. Яцуненко, Д. А. Савчин // Сибирский аэрокосмический журнал. 2021. Т. 22, № 2. С. 339– 354. Doi: 10.31772/2712-8970-2021-22-2-339-354.

2. Егорычев В.С. Расчёт и проектирование смесеобразования в камере ЖРД: [Электронный ресурс]: электрон, учеб. пособие / В.С. Егорычев; Минобрнауки России, Самар, гос. аэрокосм, ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). - Электрон, текст, и граф. дан. (3,25 Мбайт). - Самара, 201Е - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).

Сведения об авторах

Багаутдинов Даниль Ильдарович, студент. Область научных интересов: экспериментальное исследование ракетных двигателей.

Буторин Степа Андреевич, студент. Область научных интересов: экспериментальное исследование ракетных двигателей.

ENGINE WITH REPLACEABLE NOZZLE HEAD

Bagautdinov D.I., Butorin S.A.

Samara National Research University, Samara, Russia, elephant-SOS@yandex.ru

Keywords: injectors, modular engine, nozzle, fuel.

The object of the study is a liquid rocket engine of low thrust with a modular injector, aimed at changing the types of injectors to simplify the process of conducting experiments. The modularity makes it possible to achieve visibility of changes in engine parameters with different designs.