

УДК 621.454.2

РАЗРАБОТКА ОБРАЗЦОВ-ИМИТАТОРОВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОХЛАЖДЕНИЯ КАМЕРЫ ЖРДМТ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ МЕТОДАМИ 3D-ПЕЧАТИ

© Шестерня В.И., Алексеенко В.В., Кирюшкин Г.А., Манохина Э.С., Назаров В.П.

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация*

e-mail: shesternyavova@yandex.ru

Технология 3D-печати стала значимым прорывом во многих областях, включая ракетно-космическую отрасль. Одним из методов, позволяющих создавать изделия различных форм, постобработка которых минимальна, является метод SLM-печати [1].

В традиционном представлении камера ракетного двигателя представляет собой связанные орбрением оболочки – внутреннюю огневую стенку и наружную силовую рубашку. Орбрение выполняет три основные функции: дистанцирует оболочки, развивает теплоотдающую поверхность огневой стенки и обеспечивает необходимую прочность и жесткость камеры [2]. Благодаря возможностям аддитивных технологий можно создавать сложные геометрические формы, например монолитную конструкцию охлаждающего тракта.

При создании двигателя камера является одним из самых ответственных узлов, так как она отвечает за преобразование тепловой энергии горения топлива в кинетическую энергию движения, поэтому расчет камеры необходимо провести с высокой точностью, а система охлаждения должна быть эффективной для предотвращения прогара [3].

В данной работе рассмотрена разработка образцов-имитаторов ракетного двигателя малой тяги с охлаждающим трактом для 3D-печати. На первом этапе были разработаны 3D-модели камер с охлаждением: одна камера с винтовыми каналами, а вторая – с меридиональными. Они были созданы, основываясь на результатах термодинамического расчета, а также расчетах охлаждения. После создания 3D-моделей начался этап печати, однако для сокращения времени производства было принято решение о печати образцов-имитаторов.

В связи с особенностью 3D-печати [4] и сложностью проектирования было принято решение об уменьшении количества ребер у образца-имитатора с винтовыми каналами.

Создание образцов позволит визуально оценить проходимость каналов, определить точность размеров и геометрии, а также снизить затраты времени и ресурсов на изготовление полноценной камеры. Ключевым аспектом в создании образцов-имитаторов ракетного двигателя малой тяги является возможность получить наглядный образец, отражающий общий принцип и функционал изделия. Помимо этого? необходимо отработать технологию печати 3D-модели, а также оценить вероятность получения брака.

Материалом для макета послужит металлический порошок на основе сплава алюминия, силумин РС-300. Это связано с его положительными качествами, такими как доступность и невысокая плотность, что позволит довольно точно воссоздать модель без дефектов печати.

Следующий этап будет заключаться в исследовании шероховатости поверхности охлаждающего тракта у данных образцов. В дальнейшем планируются создание

полноценной камеры с охлаждающим трактом и проведение более важных экспериментов, например исследование гидравлических характеристик охлаждающего тракта. Разработанные модели представлены на рисунке.

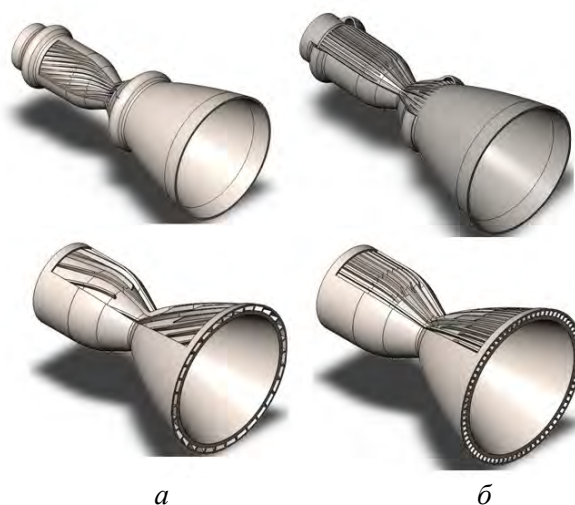


Рисунок – Камера и образец-имитатор: а – с винтовыми каналами, б – с меридиональными каналами

Таким образом, образцы-имитаторы будут использованы для проверки проходимости каналов и оценки эффективности системы охлаждения. Их печать позволит выявить возможные дефекты на раннем этапе, что может существенно сократить затраты на производство и время, потраченное на создание полноценной камеры.

Библиографический список

1. Исследование гидравлических характеристик тракта охлаждения модельного жидкостного ракетного двигателя, изготовленного с применением аддитивной технологии селективного лазерного плавления / Д.А. Ягодников, В.П. Александренков, К.Е. Ковалев [и др.] // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. 2019. № 6 (129). С. 41–52. DOI 10.18698/0236-3941-2019-6-41-52.
2. Александренков В.П. Расчет наружного проточного охлаждения камеры ЖРД. М.: ФГБОУ ВО Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2012. 74 с.
3. Добровольский М.В. Жидкостные ракетные двигатели. Основы проектирования: учебник для высших учебных заведений / ред. Д.А. Ягодников. 3-е изд., доп. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2016. 461 с.
4. Особенности проектирования камеры ракетного двигателя малой тяги при использовании аддитивных технологий / Н.С. Шестов, П.А. Бривкальн, Е.Е. Жигурова, К.Е. Мумбер // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики: в 3 т. Красноярск, 11–15 апреля 2022 года / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова. Т. 1. Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», 2022. С. 237–239.