

ПРОИЗВОДСТВО ЖИДКОСТНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ИЗ БИМЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Чижов А.А., Филинов Е.П.

Самарский университет, г. Самара, art@chizhov-top.ru

Ключевые слова: ракетный двигатель, аддитивное производство, биметаллы.

В ракетно-космической отрасли закрепилось понимание необходимости и эффективности использования аддитивного производства при создании жидкостных ракетных двигателей (ЖРД). Такой подход имеет весомые преимущества: снижение числа частей изделия и их массы, экономия сырья, уменьшение цикла производства и потенциально снижение стоимости готового изделия. Поэтому технологию стараются осваивать для внедрения её в цикл производства [1].

Однако, ЖРД состоят из разнородных материалов, что накладывает ограничение на производство изделия. Эксперименты по выращиванию деталей ЖРД малых тяг часто ограничиваются применением одного металла отдельно, с последующей пайкой и сваркой, места которых являются слабым местом конструкций. Так, в России ещё в 2015 году создана технология производства камеры ракетных двигателей на базе 11Д58МФ [2]. Напыление стали на стенку камеры сгорания, изготовленную аддитивными технологиями не использует полностью потенциал аддитивных технологий.

Для ускорения производства и создания более прочных конструкций предлагается применять аддитивное производство деталей из биметаллов, давно используемых в машиностроении, пример детали с переходом на рисунке 1. Использование биметаллов, главным образом бронза-сталь позволит перейти от паяно-сварных камер к бесшовным, при этом преимущества замены паяного и сварного соединения на диффузионное:

- Уменьшение времени производства стоимости;
- Увеличение прочности соединений (остаются как функциональные элементы);
- При предполагаемом увеличении теплопроводности в контакте разнородных металлов – увеличение теплоотдачи от стенки в охладитель увеличится, что приведёт к уменьшению геометрических размеров каналов регенеративного охлаждения и массы.



Рисунок 1 – Переходный слой между не свариваемыми Ti-Cu

Как следствие описанные эффекты уменьшат стоимость изготовления, скомпенсируют затраты на высокотехнологическое производство.

Наиболее перспективные соединения деталей для внедрения технологии:

1. Внутренней стенки и рубашки;
2. Форсунки с огневым днищем и силовыми элементами смесительной головки;
3. Элементы, проходящие через детали из разнородных металлов, для соединения которых необходимо применение переходных деталей.

В то время как прочностные параметры биметаллов исследуются, их тепловые свойства остаются неизвестными, что представляет серьёзный интерес при создании агрегатов и узлов не только ЖРД, но и иных изделий промышленного и бытового назначения, где главные требования предъявляются к теплопроводности.

Работа выполнена по проекту FSSS-2022-0019, реализуемого в рамках федерального проекта «Развитие человеческого капитала в интересах регионов, отраслей и сектора исследований и разработок», результат «Созданы новые лаборатории, в том числе под руководством молодых перспективных исследователей».

Список литературы

1. Campbell W. E., Farquh J. Centrifugal Pumps for Rocket Engines [электронный ресурс]. URL: <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19750003130.pdf> (дата обращения: 25.05.2023).

2. Артемов А.Л., Дядченко В.Ю., Лукьяшко А.В. и др. Отработка конструктивных и технологических решений для изготовления опытных образцов внутренней оболочки камеры сгорания многофункционального жидкостного ракетного двигателя с использованием аддитивных технологий // Космическая техника и технологии. 2017. № 1 (16).

Сведения об авторах

Чижов А.А., студент. Область научных интересов: инновационные технологии в ракетном двигателестроении.

Филинов Е.П., к.т.н., доцент кафедры Теории двигателей летательных аппаратов. Область научных интересов: малоразмерные газотурбинные двигатели.

PRODUCTION OF LIQUID ROCKET ENGINES WITH BIMETALS USING ADDITIVE TECHNOLOGIES

Chizhov.A.A., Filinov E.P.

Samara University, Samara, Russia, art@chizhov-top.ru

Keywords: rocket engine, additive manufacturing, bimetals.

This study suggests applying additive manufacturing of bimetallic parts to transition from brazed-welded chambers to seamless ones. While the strength parameters of bimetals are being studied, their thermal properties remain unknown, posing significant interest in creating not only LREs.