

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОПЛА КАМЕРЫ СГОРАНИЯ ЖРД МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ

Семерич А.С.¹, Егерев К.В.¹, Баймухаметов Д.Ю.¹, Чесноков Д.В.², Логачев И.А.²

¹АО «КБхиммаш им. А.М. Исаева», г. Королёв, Московская обл. jaen@inbox.ru

²АО «Композит», г. Королёв, Московская обл.

Ключевые слова: жидкостный ракетный двигатель, аддитивные технологии, селективное лазерное сплавление, сплав Инконель 718.

Представлены результаты работы по отработке конструктивных и технологических решений для изготовления сопла камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя методом селективного лазерного сплавления.

Целью работы являлось повышение надежности изделия, снижение трудоемкости и стоимости изготовления.

Разработана технология серийного изготовления сопел камер сгорания ЖРД методом СЛС из порошка сплава Инконель 718 и выпущены технологические условия. Проведена оптимизация конструкции сопла для изготовления методом СЛС. В штатной конструкции применяется 8 деталей – сборочных единиц, соединенных между собой по технологии сварки и пайки. Оптимизированная конструкция состоит из единой детали, что позволило повысить надежность изделия, благодаря отсутствию вышеуказанных соединений. На рис. 1 изображена исходная конструкция и конструкция, оптимизированная для изготовления методом СЛС.

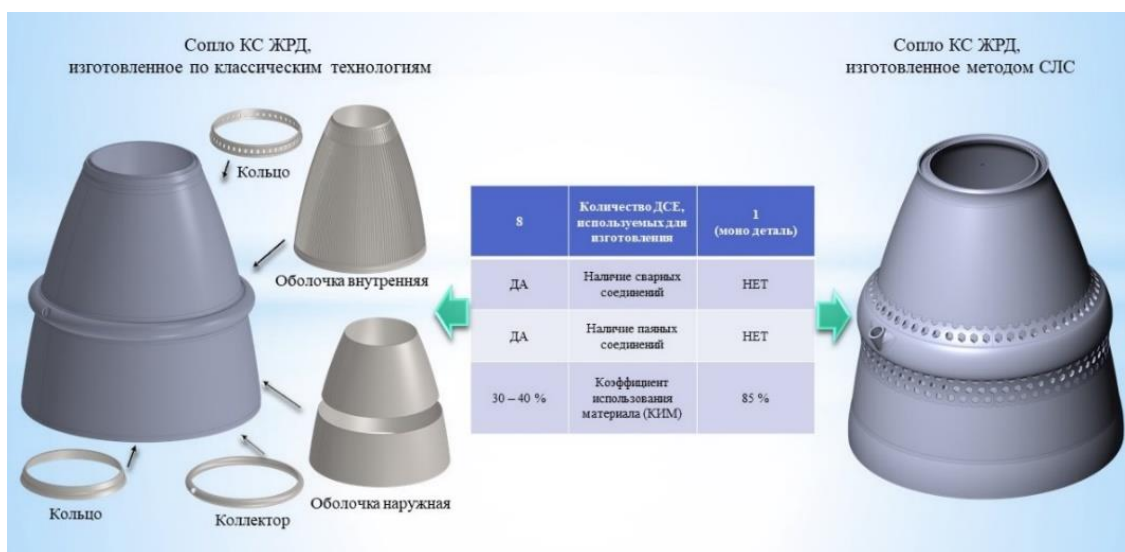


Рис. 1 – Сравнение конструкций сопла КС ЖРД

Определен химический состав исходного порошка Инконель 718 и заготовок, полученных методом СЛС. Отработаны режимы термической обработки. Определены механические свойства образцов-свидетелей при нормальных и повышенных температурах. Проведены испытания на прочность и герметичность. Проведена итерационная отработка формы коллектора сопла. Проведены холодные гидравлические испытания на расход и перепад давления в составе камеры сгорания. Проведены огневые испытания камеры сгорания с соплом, изготовленным методом СЛС по программе испытаний с 1,5 ресурсом. На рис. 2 изображена камера сгорания с соплом, изготовленным методом СЛС и огневые стендовые испытания КС. Проанализированы сравнительные экономические показатели для обоснования целесообразности внедрения сопла, изготовленного методом СЛС в конструкцию двигателя, изготавливаемого серийно.



Рис. 2 – Огневые испытания КС ЖРД с соплом, изготовленным методом СЛС

Сведения об авторах

Семерич Александр Сергеевич, начальник управления главного металлурга-сварщика – главный металлург-сварщик. Область научных интересов: аддитивные технологии, порошковая металлургия, сварочные технологии.

Егерев Константин Валерьевич, помощник генерального конструктора – главный конструктор направления. Область научных интересов: аддитивные технологии, разработка и отработка оптимизированных инновационных конструкций узлов ЖРД.

Баймухаметов Дмитрий Юрьевич, начальник отдела – заместитель начальника управления. Область научных интересов: аддитивные технологии, металлографические исследования и механические испытания материалов.

Чесноков Денис Владимирович, заместитель начальника отдела порошковых материалов и аддитивных технологий. Область научных интересов: аддитивные технологии, порошковая металлургия и технологии цифрового проектирования изделий для аддитивного производства.

Логачев Иван Александрович, канд. техн. наук, начальник отдела порошковых материалов и аддитивных технологий. Область научных интересов: аддитивные технологии, порошковая металлургия и технологии постобработки.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING A ROCKET ENGINE NOZZLE BY SELECTIVE LASER MELTING

Semerich A.S.¹, Egerev K.V.¹, Baymukhametov D.Y.¹, Chesnokov D.V.², Logachev I.A.²

¹JSC «KBhimmash n.b. A.M. Isaev», Korolev, Russia

²JSC «Kompozit», Korolev, Russia

Keywords: rocket engine, additive manufacturing, selective laser melting, Inconel 718 alloy.

The results of the work on the development of design and technological solutions for the manufacture of a rocket engine nozzle by selective laser melting are presented.

The purpose of the work was to increase the reliability of the product, reduce the complexity and cost of manufacturing.

The technology of serial production of rocket engine nozzles by the SLM method from Inconel 718 alloy powder has been developed and technical specifications have been issued. The design of the nozzle for manufacturing by the SLM method is optimized. The chemical composition of the initial Inconel 718 powder and the blanks obtained by the SLM method was determined. The heat treatment modes were tested. The mechanical properties of the samples at normal and high temperatures are determined. Tests for strength and tightness were made. An iterative selection of the shape of the nozzle manifold is made. Hydraulic tests were performed for the flow rate and pressure drop in the combustion chamber. The fire tests of the combustion chamber with a nozzle made by the SLM method according to the test program with a 1.5 resource were completed. Comparative economic indicators are analyzed to justify the feasibility of introducing a nozzle manufactured by the SLM method into the design of a mass-produced engine.