

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛОПАТОК СОПЛОВОГО АППАРАТА ТУРБИНЫ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ

Алексеев В.П., Агаповичев А.В., Кокарева В.В.
Самарский университет, г. Самара, alexeev_v.p@mail.ru

Ключевые слова: точность, сопловой аппарат, селективное лазерное сплавление, технология, аддитивное производство.

Повышенные требования к точности изготовления лопаток требуют учета влияния технологических факторов на точность и стабильность процесса изготовления. Отмеченное в полной мере относится к технологиям СЛС, которые до конца не исследованы применительно к сопловым лопаткам ГТД.

Изготовление заготовок секций соплового аппарата (СА) турбины, выращенных из металлического порошка (средний диаметр частиц составляет 15...53 мкм) жаропрочного сплава Inconel 738 производилось на установке SLM 280HL (рис. 1) [1]. Контроль секций СА турбины ГТД, изготовленной по аддитивной технологии производился на координатно-измерительной машине HERA 15.10.9.

Геометрия профиля пера каждой из лопаток одинакова, но в процессе выращивания лопатки СА турбины, за счет разного угла наклона на платформе построения, находятся в разных условиях (условия теплоотвода, высота и время выращивания и т.д.), что сказывается на точности изготовления профиля пера. Вследствие наличия большого количества воздействующих факторов данный процесс обладает определенной изменчивостью. Исследование этой изменчивости позволяет достичь понимания ее природы, определить характерные особенности процесса изготовления.

Оценка качества изделия «секция СА турбины» производится по количественному признаку. Для характеристики качества изделия выбран показатель – точность геометрии профиля пера каждой из лопаток секции СА, которая существенно влияет на эксплуатационные характеристики продукции. Допуск формы профиля теоретических сечений пера в диаметральном выражении $\pm 0,2$ мм. Отметим, что в данной работе анализируется технологический процесс изготовления каждой отдельной секции СА на наличие характерных особенностей процесса.

В программном обеспечении Statistica, используя метод контрольных карт индивидуальных значений и скользящих размахов, проведем статистический анализ хода процесса и определим его особенности. На рис. 2 представлена MR карта (скользящих размахов) для контроля изменчивости процесса. При использовании карт индивидуальных значений оценку внутренней изменчивости определяют на основе меры вариации, полученной по скользящим размахам двух последовательных наблюдений [2].



Рис. 1 – Заготовка секций СА

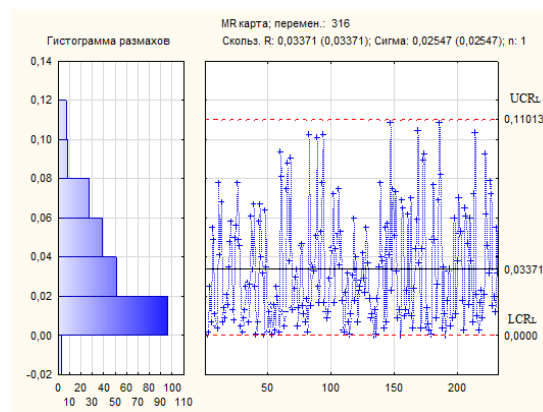


Рис. 2 – Карта скользящих размахов

Процесс находится в состоянии статистической управляемости в отношении внутренней изменчивости (стабилен по размахам R), процесс пригоден для обеспечения заданных требований и обладает достаточным запасом возможностей, необходимым для эффективного управления ходом процесса. Процесс нестабилен по индивидуальным значениям, наблюдается тенденция изменения индивидуальных значений во времени по нескольким факторам. Наблюдается равномерный тренд индивидуальных значений X в направлении верхнего и нижнего пределов допуска. Незначительное смещение поля рассеяния разбросов результатов процесса за границы верхнего и нижнего допуска не привело к появлению брака.

Работа выполнена в рамках стипендии, финансируемой АО «Объединенной двигателестроительной корпорацией».

Список литературы

1. Sotov A.V., Agapovichev A.V., Smelov V.G., Anurov Yu M. Investigation of the IN 738 superalloy microstructure and mechanical properties for the manufacturing of gas turbine engine nozzle guidevane by selective laser melting, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2020. №107. P. 2525–2535.

2. Солонин С.И. Метод контрольных карт, электронное текстовое издание. – Екатеринбург: УФУ, 2014.

Сведения об авторах

Алексеев Вячеслав Петрович, аспирант. Область научных интересов: исследование точности и стабильности технологических процессов изготовления деталей методом селективного лазерного сплавления.

Агаповичев Антон Васильевич, старший преподаватель. Область научных интересов: исследование технологических процессов изготовления деталей методом селективного лазерного сплавления.

Кокарева Виктория Валерьевна, канд. техн. наук, старший преподаватель кафедры технологии производства двигателей. Область научных интересов: система менеджмента качества технологии селективного лазерного сплавления отечественных порошковых композиций.

THE STUDY OF THE ACCURACY OF GTE NOZZLE GUIDE VANES ASSEMBLY UNITS MANUFACTURING BY THE METHOD OF SELECTIVE LASER MELTING

Alekseev V.P., Agapovichev, A.V., Kokareva V.V.

Samara National Research University, Samara, Russia, alexeev_v.p@mail.ru

Keywords: precision, nozzle apparatus, selective laser melting, technology, additive manufacturing.

This paper presents the results of a study of the accuracy and stability of GTE nozzle guide vanes assembly units manufacturing by the method of selective laser melting using quality control charts.