

УДК 621.791.36

РАСЧЁТНАЯ ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ОТВЕРСТИЯ ПОД ШТИФТ ЛОПАТКИ ГТД ДУГОВОЙ ПАЙКОЙ В ВАКУУМЕ

Вячеслав Юрьевич Орлов

*Студент 6 курса,
кафедра «Технологии сварки и диагностики»,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: В.М. Неровный,
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии сварки и диагностики»*

В авиационных газотурбинных двигателях одним из факторов, определяющих ресурс двигателя, является состояние лопаток. В процессе эксплуатации при попадании инородных тел, теплового воздействия и воздействия эрозии они теряют свою форму, что ведёт к снижению работоспособности двигателя, а в дальнейшем - к дорогостоящей замене лопаток на новые. В зависимости от назначения лопатки делятся на лопатки ротора турбины или рабочие лопатки, и лопатки статора турбины (сопловые лопатки). Сопловые лопатки изготавливают преимущественно из высокожаропрочных литейных сплавов на никелевой основе: ЖС6К, ЖС6У, ЖС6Ф, ЖС32 [1]. Для предотвращения окружного и осевого перемещения в некоторых двигателях лопатки фиксируются в кольцо радиальными штифтами. При эксплуатации и ремонте двигателя отверстия под штифт теряют свою форму и размеры, что требует их обязательного исправления перед сборкой отремонтированного двигателя (Рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид сопловой лопатки с изношенным отверстием под штифт

Технологический процесс восстановления отверстия под штифт может проводиться с общим нагревом в вакуумной печи, а также с локальным нагревом с применением дугового разряда с полым катодом (ДРПК) в вакууме.

Выбор в пользу локального источника нагрева связан с трудностями, возникающими при пайке с общим нагревом: неравномерность теплового поля при сложной геометрической форме лопатки ГТД, длительность нагрева приводит к изменению структуры поверхностного слоя.

Предварительные исследования по восстановлению отверстия под штифт дуговой порошковой напайкой в вакууме для выбора диапазона параметров режима ДРПК показали, что получение требуемого результата экспериментальным путем довольно трудоемко и материально затратно, поскольку стоимость лопаток значительна, а количество их было ограничено. Для сокращения времени и материальных затрат на разработку технологического процесса целесообразно использовать математическое моделирование нагрева зоны пайки.

Цель работы заключается в определении необходимого диапазона параметров режима дуговой пайки для получения на паяемой поверхности требуемого диапазона температурного поля. Определение параметров режима дуговой пайки проводили расчетным путем.

На базе стандартного пакета Mathcad были определены тепловые параметры режима локального источника питания и на основе экспериментальных значений тепловых характеристик ДРПК определили диапазон его параметров режима для высокотемпературной пайки.

Литература

1. Производство высокотемпературных литых лопаток авиационных ГТД / Под ред. *С.И. Яцыка*. М.: Машиностроение, 1995. 256 с.
2. *Сорокин Л. И.* Свариваемость жаропрочных сплавов, применяемых в авиационных газотурбинных двигателях // Сварочное производство. 1997. № 4. С. 4-11.
3. *Ключников И.П., Гейкин В.А.* Ремонт высоконагруженных деталей и узлов горячего тракта ГТД методом высокотемпературной пайки // Пайка. Современные технологии, материалы, конструкции: Сборник. М.: ЦРДЗ, 2001. Сб. 2. С. 19-24.
4. *Корниенко А.Н., Жадкевич А.М.* Состояние и проблемы внедрения пайки для ремонта лопаток газотурбинных двигателей // Заготовительные производства в машиностроении. 2005. № 10. С. 9-12.
5. *Квасницкий В.Ф.* Сварка и пайка жаропрочных сплавов в судостроении. Л.: Судостроение, 1986. 224 с
6. *Неровный В.М., Рогов Р.М.* Дуговая пайка в вакууме с подачей порошкового композиционного припоя // Физика и химия обработки материалов. 1990. №2. С.99-104.
7. *Хорунов В.Ф., Максимова С.В., Зволинский И.В.* Структура паяных соединений высоколегированных никелевых сплавов, полученных с использованием дугового нагрева // Автоматическая сварка. 2003. №7 С.19-22.
8. *Неровный В.М., Ямпольский В.М.* Сварочные дуговые процессы в вакууме. М.: Машиностроение, 2002. 284 с.
9. *Рыкалин Н.Н.* Расчет тепловых процессов при сварке. М.: Машгиз, 1951. 296 с.