

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИТЫХ ПОРОШКОВЫХ НИКЕЛЕВЫХ ПРИПОЕВ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКЕ НА ТОРЕЦ ПЕРА ЛОПАТОК ГТД

©2016 В.Г. Климов^{1,2}, Д.А. Баранов^{1,2}, С.С. Жаткин², А.С. Попов¹, И.А. Дяговцов¹

¹Публичное акционерное общество «Кузнецов», г. Самара

²Самарский государственный технический университет

APPLYING OF NICKEL SOLDER ALLOY POWDER FOR LASER CLADDING ON THE BUTT END OF GTE BLADES FEATHER

Klimov V.G., Baranov D.A., Popov A.S., Dyagovtsov I.A. (JSC «Kuznetsov», Samara, Russian Federation)
Jatkin S.S. (Samara State Technical University, Samara, Russian Federation)

This article discusses the applicability of the high-temperature powder solders (VPr11-40N, VPr24, VPr27) for wear resistant claddings, the deposition by pulsed laser cladding, as an alternative to classic wear-resistant composites. This method has been approved for the restoration of GTE blades geometry.

Износ деталей машин является основной проблемой продления их ресурса. Повышение качества материалов и условий их работы решает данную проблему лишь частично, одновременно повышая общую цену изделия. В газотурбостроении данный метод работает ещё менее эффективно, учитывая то, что современные материалы, применяемые в газотурбинных двигателях и так подняты на высокий качественный уровень.

Стоимость двигателей, применяемых в авиации и в энергетической промышленности, составляет немалую цену, на этом фоне её снижение остаётся основным критерием конкурентоспособности производителя на рынке, из-за чего и затруднено внедрение прогрессивных материалов [1]. Стоит также учесть, что затраты на содержание газотурбинных двигателей (ГТД) на протяжении их ресурса могут превышать их изначальную стоимость. Не имея в своем арсенале эффективных ремонтных технологий, производство обрекает себя на постоянные убытки. Одной из основных особенностей ГТД является то, что они обладают рядом крайне дорогих при производстве деталей и узлов с относительно небольшим сроком эксплуатации, требующих постоянной замены. Именно такими деталями и являются лопатки турбины. Вывести их из строя могут многие факторы, начиная от изменения структуры, кончая потерей геометрии. Последнее и является наиболее частым фактором, даже если геометрия была потеряна незначительно. С

точки зрения ремонтных технологий восстановление лопаток турбины является наиболее рентабельным среди всех прочих деталей двигателя. Однако сложность данной задачи остается основным препятствием при её реализации.

Наплавка в качестве метода, для нанесения покрытий с необходимыми свойствами является наиболее эффективным и распространённым способом продления ресурса деталей машин. Применение классических методов наплавки при восстановлении лопаток ГТД часто не отвечает всем необходимым критериям [2 - 4].

В настоящее время в промышленность внедряются технологии восстановительной наплавки, ранее не имевшие широкого распространения. Одной из таковых является лазерная наплавка, для которой характерна наименьшая зона термического воздействия среди всех остальных способов восстановления рабочих поверхностей деталей машин. В данной работе в исследованиях использовались лопатки, полученные методом литья в керамические оболочковые формы с равноосной кристаллизацией из сплава ЖС6-К (ТУ 1-809-1025-98, табл. 1).

Износ лопатки турбостартёра (ТС) двигателя НК-12МП происходит по торцу пера лопатки и имеет абразивный характер согласно ранее опубликованным материалам [5]. На основании вышесказанного при восстановлении геометрии пера была поставлена задача повышения стойкости его верхней кромки к абразивному

изнашиванию. В качестве износостойких наплавов, наносимых на торец пера лопаток посредством импульсной лазерной наплавки, были выбраны порошковые жаропрочные припои (ВПр24, ВПр11-40Н, ВПр27). Были проведены исследования для подтверждения применимости данной технологии, включающие электронную микроскопию, измерение микротвёрдости и испытания на абразивное изнашивание. Выявлены зависимости и подтверждена возможность использования определённых никелевых порошковых припоев в качестве альтернативы классическим износостойким композитам.

Библиографический список

1. Петрушин Н.В., Елютин Е.С., Назаркин Р.М. [и др.]. Структура и свойства монокристаллов жаропрочного никелевого сплава,

содержащего рений и рутений. // *Металлургия машиностроения*. 2013. № 1. С. 12-18.

2. Пермиловский И.А., Гейченко В.С., Фруман И.И. Восстановление наплавкой турбинных лопаток авиационных двигателей. // *Автоматическая сварка*. 1976. №5. С. 54-56.

3. Сорокин Л.И. Аргодуговая наплавка бандажных полок рабочих лопаток из высокожаропрочных никелевых сплавов. // *Сварочное производство*. 2004. № 7. С. 20-26.

4. Сорокин Л.И., Лукин В.И., Багдасаров Ю.С. Свариваемость жаропрочных никелевых сплавов типа ЖС6. // *Сварочное производство*. 1997. № 6. С. 12-17.

5. Климов В.Г. Сравнение методов восстановления геометрии пера лопаток из жаропрочных сплавов. // *Вестник Московского авиационного института*. 2016. Т. 23, № 1. С. 86-97.

УДК 620.179.16:62-135

ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКОЙ АНИЗОТРОПИИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ НАГРУЖЕНИИ

©2016 Е.А. Мотова, Н.Е. Никитина

Институт проблем машиностроения РАН, г. Нижний Новгород

STUDY OF ACOUSTIC ANISOTROPY OF STRUCTURAL MATERIALS UNDER VARIABLE LOADING

Motova E.A., Nikitina N. Ye., Tarasenko Ur. P. (Institute for problems of Mechanical Engineering, Nizhny Novgorod, Russian Federation)

The work present results of nondestructive testing of structural materials. The experimental investigations are based on ultrasonic pulse-echo method. Has been demonstrated opportunities of the nondestructive acoustical method for the studying of the steel structure after cyclic loading.

Введение

Акустические методы неразрушающего контроля получают всё большее распространение для оценки технического состояния конструкционных материалов на различных этапах изготовления, ремонта и эксплуатации [1]. Среди них наибольшее практическое применение находит эхо- импульсный метод [2]. На практике эхо-метод используется для измерения важнейших информативных характеристик ультразвукового контроля, таких как затухание и скорость распространения упругих волн в конструкционных материалах.

Большой информативностью при исследовании технического состояния конст-

рукционных материалов обладают сдвиговые упругие волны. При возникновении напряжений или пластической деформации вдоль некоторого направления скорости сдвиговых волн, поляризованных вдоль и поперек него, будут меняться по-разному. Параметром, характеризующим это различие, является величина акустической анизотропии материала a , которую мы определяли экспериментально по результатам прецизионного измерения времени распространения импульсов сдвиговых волн:

$$a = \frac{V_1 - V_2}{V_{cp}} = \frac{t_2 - t_1}{t_{cp}},$$

где V_1, V_2 - скорости сдвиговых волн; t_1, t_2 -