

СГАУ. - Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2012. № 3. Ч.3. С.293-298.

2. Матвеев С.Г., Орлов М.Ю., Зубрилин И.А., Матвеев С.С., Цыбизов Ю.И. Влияние неравномерности параметров потока за компрессором на характеристики камеры сгорания ГТД / Вестн. СГАУ. - Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2013. № 3 ч.1. С.163-169.

3. Орлов М.Ю., Матвеев С.С. Расчётное исследование характеристик противоточной камеры сгорания малоразмерного ГТД с учётом влияния компрессора и турбины // Извест. Самар. науч. цент. РАН, 2013. №6. Ч.4. С. 911-916.

УДК 621.791.9

ЛАЗЕРНАЯ ПОРОШКОВАЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ НАПЛАВКА ЛОПАТОК ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

©2016 Г.А. Туричин, Р.С. Корсмик, О.Г. Климова-Корсмик, Е.В. Земляков, К.Д. Бабкин
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт лазерных и сварочных технологий, г. Санкт-Петербург

LASER REPAIRING POWDER WELDING OF GAS TURBINE ENGINE BLADES

Turichin G.A., Korsmik R.S., Klimova-Korsmik O.G., Zemlyakov E.V., Babkin K.D. (Peter the Great Saint-Petersburg Polytechnic University, Institute of laser and welding technology, Saint-Petersburg, Russian Federation)

Has been produced the laser repairing welding of shroud seal knife-edges platform made of heat-resistant Ni-super-alloys. The geometrical dimensions of obtained beads allow minimizing the following dimensional processing of expensive materials that are hardly to machining.

Разупрочнение жаропрочного никелевого сплава, из которого изготавливаются лопатки, происходит вследствие микропористости, образующейся в процессе литья. Под действием высоких температур и внутренних напряжений накапливаются дефекты, ведущие к микротрещинам различного характера, износу и последующему разрушению лопатки.

Для восстановления геометрических форм и работоспособности лопатки на изношенный торец производят наплавку. Применяемые в настоящее время методы наплавки жаропрочных сплавов имеют ряд трудностей, связанных с повышенной склонностью к образованию трещин, вследствие высокого уровня сварочных и объёмных напряжений. Немаловажным показателем является экономическая эффективность процесса. Применяемые в настоящее время технологии восстановительной наплавки обладают низким коэффициентом использования дорогостоящего труднообрабатываемого материала. Помимо потерь материала происходит ускоренный износ обрабатываемого механического инструмента.

Наиболее простым и распространённым методом восстановительной наплавки является аргонодуговая. Данный метод имеет ряд отрицательных сторон: вследствие прямого расплавления основного металла дугой формируется значительная зона термического влияния с крупнозернистой структурой, требующая последующей термической обработки; формируются припуски до нескольких миллиметров на последующую механическую обработку.

Лазерные методы наплавки обладают высокой концентрацией энергии в сфокусированных лучах диаметром до 0,3 мм, что позволяет минимизировать объём расплава и, как следствие, тепловложения в основной металл. Наплавленный слой обладает мелкозернистой структурой. Величина зоны термического влияния находится в пределах нескольких сотен микрон.

Известные способы лазерной порошковой наплавки для восстановления хорд и торцов компрессорных лопаток также обладают рядом недостатков: большое количество наплавленного металла, подвергающегося механическому удалению; увеличение мик-

ротвёрдости наплавленного металла по сравнению с основой; довольно широкая зона термического влияния; наличие внутренних дефектов.

В рамках разработки технологии выполнена восстановительная наплавка гребешков бандажных полок турбинных лопаток. Технология основывается на лазерной наплавке и родственном ей методе прямого лазерного выращивания, которое является новейшим и актуальнейшим методом обработки и создания материалов. Наплавку производили на предварительно подготовленные гребешки бандажных полок лопаток га-

зотурбинного двигателя. В качестве наплавленного материала использовались порошки жаропрочных сплавов, применяемые в турбиностроении. Полученные валики характеризуются малой зоной термического влияния и плотной структурой. Геометрия наплавленных валиков отличается от известных методов припуском на последующую размерную обработку в пределах нескольких сотен микрон.

Показан положительный экономический эффект применения разрабатываемой технологии по сравнению с существующими аналогами.

УДК 621.791.9

ПОВЫШЕНИЕ АДГЕЗИОННОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКОЙ

©2016 С.П. Мурзин, М.В. Блохин, С.А. Афанасьев

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

ADJUSTMENT OF WEAR RESISTENCE COATING ADHESION STRENGTH ON AIRCRAFT ENGINES PARTS BY THE LASER MACHINING

Murzin S.P., Blokhin M.V., Afanasiev S.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The work presents a method to increase the adhesion strength of wear-resistant coating that based on titanium carbide and heat-sensitive Ni-Al alloy, which deposited on a substrate of alloy AL4 which is possible with implementation modes that provide high-speed melting of the upper layer of substrate without remelting of all volume of the coating. As the melting temperature of aluminum alloy is much less than the melting point of Ni and TiC, occurs a fusing pores and cracks, takes place the welding of coating and substrate.

Преимущества газотермических методов нанесения покрытий обусловлены широким выбором материалов для напыления; возможностью нанесения покрытий на изделия из различных материалов; высокой производительностью процесса, возможностью механизации и автоматизации; достаточной экономичностью метода при изготовлении деталей машин различной формы. На прочность соединения частиц при напылении существенное влияние оказывает длительность взаимодействия, определяемая периодом кристаллизации частиц, изменяющимся в зависимости от температуры перегрева частиц и температуры подогрева основы. При газотермических способах нанесения покрытий некоторого увеличения заполнения контактной поверхности очагами схватывания

достигают повышением удельной мощности плазменной струи в пределах допустимых значений, не допуская характерного лучеобразного разбрызгивания при формировании покрытия. Повышение удельной мощности плазменной струи увеличивает уровень остаточной напряжённости, происходит интенсивное трещинообразование и отслоение покрытия. Причиной образования остаточных напряжений являются: высокие градиенты температур, неоднородная пластическая деформация, неоднородное изменение удельных объёмов при фазовых превращениях, диффузии и химических реакциях из-за высоких скоростей охлаждения. Одним из наиболее распространённых термических методов регулирования свойств покрытий, позволяющим повысить их качество, является по-