

УДК 669.245, 621.9.048, 620.1

ВЛИЯНИЕ ЖАРОСТОЙКИХ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА

Виктория Михайловна Анисимова

Магистр 2 года,

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.С. Помельникова

доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

Жаропрочные никелевые сплавы (ЖНС) имеют достаточную длительную прочность и поэтому используются в качестве материала для лопаток газотурбинных двигателей (ГТД). Отрицательное влияние на длительную прочность оказывает требуемая по условиям работы двигателя повторяемость нагружения, что приводит к характерным разрушениям лопаток. Лопатки ГТД - наиболее нагруженные, ответственные и массовые детали авиационного двигателя. Они работают в тяжелых условиях высоких температур (~ 1100 °С) и подвержены наиболее полному комплексу различных нагружений и повреждений, влияющих на их ресурс. Поэтому к материалу лопаток предъявляются высокие требования по жаропрочности и жаростойкости [1].

Высокий уровень жаропрочности ЖНС обусловлен упрочнением γ -твердого раствора легирующими элементами и γ' -фазой, γ' -фаза - главный упрочнитель, её частицы создают надежные препятствия для скольжения и переползания дислокаций в условиях высокотемпературной ползучести.

ЖНС обладают низкой жаростойкостью, поэтому на детали из таких сплавов наносят жаростойкие покрытия. Они должны надежно защищать жаропрочный сплав от окисления при высокой температуре в течение длительного времени (1000 ч и более), следовательно, к ним предъявляются особые требования [2]:

- обеспечить защиту нагруженных деталей от газовой коррозии при 1000...1150 °С в условиях циклического изменения температуры и наличии вредных примесей в продуктах сгорания топлива;
- должны иметь минимальную скорость диффузионного обмена для того, чтобы защитные свойства покрытия в процессе эксплуатации не изменялись быстро;
- должны обладать достаточной пластичностью и прочностью для того, чтобы покрытие не растрескивалось под влиянием термических и механических ударов и не оказывало отрицательного влияния на прочность защищаемой детали и др.

Тип покрытия выбирается в зависимости от условий эксплуатации детали. При рабочих температурах на поверхности пера лопатки до 1000...1050 °С применяются диффузионные алюминидные покрытия, что связано с относительной простотой и дешевизной технологии их получения. При увеличении температуры выше 1050 °С диффузионные процессы на границе «материал-покрытие» усиливаются, что приводит к снижению содержания алюминия в покрытии. И в этом случае долговечнее становятся конденсированные покрытия. Конденсированные жаростойкие покрытия характеризуются большей долговечностью из-за наличия в их составе значительного количества иттрия, который в требуемом количестве не удастся ввести в диффузионное покрытие.

В связи с различными свойствами данных типов покрытий используются комбинированные покрытия, так называемые конденсационно-диффузионные.

Целью работы являлось исследование жаростойкости образцов из ЖНС с нанесенными двухслойными ионно-плазменными покрытиями.

Исследования проводились на образцах цилиндрической формы, изготовленных из сплава ЖС6У. Наносили конденсационно-диффузионные покрытия: СДП-2 + ВСДП-11, СДП-2М + ВСДП-11 и ВСДП-11 + СДП-2.

Испытания на жаростойкость проводились согласно ГОСТ 6130-71. Цилиндрические образцы с покрытиями помещали в атмосферную камерную электропечь при температуре 1100 °С с выдержками 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400 и 500 ч.

Результаты испытаний показали, что при температуре 1100 °С и выдержке 500ч - работоспособно покрытие СДП-2 + ВСДП-11, остальные образцы с покрытиями СДП-2М + ВСДП-11 и ВСДП-11 + СДП-2 были сняты с испытаний из-за разрушения покрытий после 100 и 200 ч выдержках соответственно.

Литература

1. *Каблов Е.Н.* Литые лопатки газотурбинных двигателей. – М.: МИСИС, 2006. – 632 с.
2. *Каблов Е.Н., Голубовский Е.Р.* Жаропрочность никелевых сплавов. – М.: Машиностроение, 2001. – 463 с.
3. *Мубояджян С.А.* Защитные покрытия для деталей горячего тракта ГТД // Все материалы. Энциклопедический справочник. - 2011. - № 4. – С. 13-20.
4. *Мубояджян С.А.* Промышленное ионно-плазменное оборудование для нанесения защитных покрытий // Энциклопедия инженера-химика. - 2012. - № 5.
5. Жаропрочные сплавы и стали. Под общей редакцией академика РАН Каблова Е. Н. – М.: ВИАМ, 2013. – 58 с.