

УДК 669.245+621.9.048+620.1

ВЛИЯНИЕ ЖАРОСТОЙКОГО ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО ПОКРЫТИЯ НА СВОЙСТВА ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА

Виктория Михайловна Жук

Студент 4 курса

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Научные руководители: А.С. Помельникова⁽¹⁾, А.М. Гаямов⁽²⁾

⁽¹⁾ доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»

МГТУ им. Н.Э. Баумана

⁽²⁾ кандидат технических наук, ФГУП «ВИИМ»

В настоящее время совершенствование и увеличение мощности газотурбинных двигателей (ГТД) происходит за счет увеличения температуры газов перед турбиной и повышения степени сжатия воздуха в компрессоре. В связи с этим происходит существенное усложнение условий работы лопаток ГТД, конструкции и, как следствие, увеличение стоимости двигателя. Поэтому проблема увеличения жаростойкости и жаропрочности деталей является одной из важнейших задач в машиностроении [1].

В качестве материалов для деталей, работающих при 800 — 1100°C, наибольшее применение находят сплавы на основе никеля с последующим нанесением жаростойкого покрытия.

Можно сформулировать следующие основные требования, предъявляемые к жаростойким покрытиям [2,3]:

1. Важнейшее требование, предъявляемое к жаростойким покрытиям - их долговечность. Для этого, с точки зрения длительной сопротивляемости окислению, они должны быть сравнительно толстыми и стабильными.

2. Покрытия должны характеризоваться минимальной скоростью диффузионного обмена с подложкой для того, чтобы защитные свойства покрытия в процессе эксплуатации не изменялись быстро.

3. Покрытие должно обладать достаточной пластичностью и прочностью для того, чтобы оно не растрескивалось под влиянием термических и механических ударов и не оказывало отрицательного влияния на прочность защищаемой детали.

4. Для деталей газотурбинных установок большое значение имеет эрозионная стойкость покрытий. Поэтому покрытия должны обладать высокой твердостью.

В соответствии с этим состав жаростойких покрытий должен удовлетворять определенным условиям [3,4].

Наиболее высокими защитными свойствами в условиях высокотемпературного окисления обладает оксидная пленка из Al_2O_3 . Поскольку при циклических изменениях температуры пленка из Al_2O_3 разрушается, то для ее восстановления покрытие должно содержать достаточный запас алюминия. Чем больше алюминия в покрытии, тем выше его долговечность. Однако вводить очень большие количества алюминия в покрытие путем увеличения его концентрации или путем увеличения толщины покрытия нельзя, так как и в том, и в другом случае увеличивается его склонность к растрескиванию и усиливается отрицательное влияние покрытия на прочность детали. Оптимальное содержание алюминия в покрытии зависит от конструкции и условий эксплуатации защищаемой детали.

Важнейшим элементом, наличие которого необходимо в алюминидном покрытии, является хром. Хром вводят для увеличения жаростойкости покрытия, так как он увеличивает активность алюминия.

Кроме хрома, в покрытие целесообразно вводить элементы, которые улучшают сцепление оксидной пленки с металлом или сопротивляемость сульфидной коррозии. Для этих целей используют малые добавки иттрия, гафния и кремния.

Целью работы являлось исследование структуры и жаростойкости образцов из сплава ЖС6У после различных режимов получения жаростойкого покрытия и термической обработки.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Провести подготовку поверхности образцов для нанесения покрытий.
2. Нанести покрытие по различным режимам.
3. Провести вакуумный отжиг образцов по различным схемам.
4. Изучить микроструктуру полученных покрытий.
5. Определить жаростойкость образцов с покрытиями.

Исследования проводились на сплаве ЖС6У, на который наносилось покрытие из сплава СДП-2 на установке МАП-1М. Химические составы сплавов представлены в таблице.

Таблица. Химический состав сплавов ЖС6У и СДП-2

Сплав	Содержание легирующих элементов, вес.%											
	C	Cr	Co	W	Mo	Al	Ti	Ni	Nb	Zr	B	Y
ЖС6У	0,18	9,0	9,8	10,3	1,5	5,4	2,6	осн	1,0	0,04	0,02	-
СДП-2	-	20	-	-	-	12	-	осн	-	-	-	0,3

Покрытия наносились по разным режимам (варьировались ток разряда от 700 А до 900 А и потенциал подложки от 10 В до 100 В), после чего исследовалась структура и определялась жаростойкость.

На основании полученных результатов установлено, что:

1. Микроструктура конденсированных ионно-плазменных покрытий формируется в 2 этапа: непосредственно при нанесении и затем окончательно при вакуумном отжиге.
2. Установлено, что микроструктура и качество покрытия системы Ni-Cr-Al-Y в большей степени зависят от потенциала подложки и в меньшей степени от тока разряда.
3. Показано, что нанесение покрытия из сплава СДП-2 позволяет увеличить жаростойкость и, соответственно, долговечность и срок эксплуатации деталей.

Литература

1. Каблов Е.Н. Литые лопатки газотурбинных двигателей. – М.: МИСИС, 2006, 632 с.
2. Коломыцев П.Т. Газовая коррозия и прочность никелевых сплавов. М.: Metallurgia, 1984, 216 с.
3. Каблов Е.Н., Голубовский Е.Р. Жаропрочность никелевых сплавов. - М.: Машиностроение, 2001. - 463 с.
4. Мовчан Б.А., Малащенко И.С. Жаростойкие покрытия, осаждаемые в вакууме. – Киев: Наук. Думка, 1983. – 232 с.
5. Тамарин Ю.А. Жаростойкие диффузионные покрытия лопаток ГТД. - М.: Машиностроение, 1978. - 133 с.
6. Будиновский С.А., Каблов Е.Н., Мубояджян С. А. и др. Авиационные материалы на рубеже XX-XXI веков: Сб. тр. - М.: ВИАМ, 1994, с. 314-325.
7. Будиновский С.А., Мубояджян С.А., Гаямов А.М., Степанова С.В. Ионно-плазменные жаростойкие покрытия с композиционным барьерным слоем для защиты от окисления сплава ЖС36ВИ // МиТОМ. - 2011. - №1. - С. 34-40.