

УДК 621.438-226.739.6

ВЛИЯНИЕ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

М.А. ПЕТРОВА, Р.Г. РАВИЛОВ, В.М. САМОЙЛЕНКО, А.И. ТАРАСОВ

В статье рассматривается влияние качества подготовки поверхности детали на адгезионную прочность и долговечность теплозащитного покрытия. В результате установлено, что шероховатость поверхности металлического слоя влияет на адгезию керамического покрытия и зависит от толщины керамических столбов при его формировании электронно-лучевым способом.

Ключевые слова: покрытие, лопатка, долговечность, подготовка поверхности.

В настоящее время для защиты лопаток турбины газотурбинных двигателей различного назначения все более широкое применение находят теплозащитные покрытия. В качестве керамического слоя используют диоксид циркония, стабилизированный иттрием ($ZrO_2 + Y_2O_3$). Известно, что керамический слой, осаждаемый на металл, не имеет значительной взаимной диффузии. В результате низкой адгезионной прочности между слоями и разности температурных коэффициентов линейного расширения происходит скол керамического слоя [1-3], что резко снижает защитные свойства такого покрытия. Для улучшения адгезионной прочности керамического слоя проводят подготовку поверхности детали перед нанесением керамического слоя. Качество подготовки поверхности и ее шероховатость оказывают влияние на адгезионную прочность керамического и металлического слоев покрытия.

С целью оценки влияния качества подготовки поверхности в работе провели ряд экспериментов. Для проведения эксперимента были вырезаны 3 пластины из жаростойкого никелевого сплава ЖС6У размером $125 \times 40 \times 3$ мм. Керамическое покрытие $ZrO_2(7Y_2O_3)$ наносили на электронно-лучевой установке УЭ-175 по существующей технологии. Подготовка поверхности образцов проводили по разным технологиям:

1) пневмогидроструйная обработка – обработка поверхности детали твердыми частицами, разгоняемыми струей сжатого воздуха в среде рабочей жидкости; обдувка поверхности лопатки воздухом ($P_v = (1.5-2.0) \times 10^5$ Н/м²); ультразвуковая промывка в УЗВ-16М;

2) шлифование по классической технологии с применением наждачной бумаги, завершающая стадия – полирование алмазной пастой; обдувка поверхности лопатки воздухом; ультразвуковая промывка в УЗВ-16М;

3) грубое шлифование – зернистость наждачной бумаги Р220; обдувка поверхности лопатки воздухом; ультразвуковая промывка в УЗВ-16М.

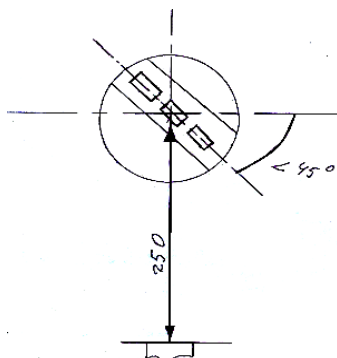


Рис. 1. Схема взаимного расположения образцов на оснастке и тигля

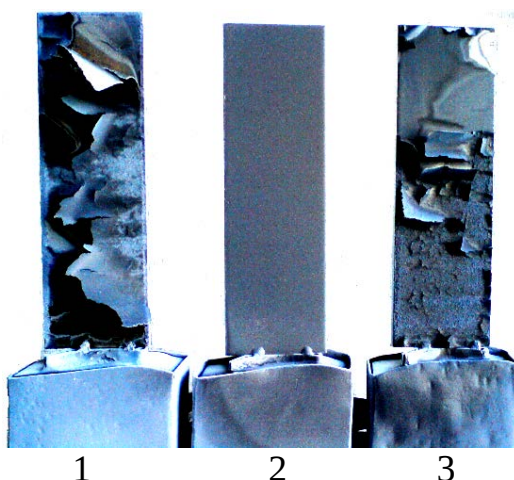


Рис. 2. Внешний вид образцов после нанесения керамического слоя:
1 – после полировки; 2 – после пескоструивания; 3 – после грубой шлифовки

Образцы для напыления керамического покрытия располагали напротив тигля под прямым углом, для чего их устанавливали на оснастку перпендикулярно условной линии направления конденсации осаждаемого покрытия (рис. 1). Напыление проводилось при постоянной температуре без вращения. Внешний вид пластин после нанесения керамического слоя представлен на рис. 2.

Как видно из рис. 2, покрытие получилось только на поверхности образца, подготовленного по технологии № 1. На двух других образцах при охлаждении произошло шелушение керамики. После подготовки образцов по разным технологиям на образцах получаем поверхность с различной шероховатостью. Керамический слой, наносимый электронно-лучевым методом, формируется в виде столбчатой структуры определенной толщины. Столбы, осаждаясь на металл, адгезионно «зацепляются» за микронеровности поверхности. Так как после обработки поверхности имеют различную шероховатость, то и адгезионная прочность керамического слоя различна. Установлено, что при высокой степени шероховатости толщина столбов выше этих неровностей и не происходит сцепления. При грубой обработке поверхности столбы по толщине меньше впадин и не происходит адгезионного сцепления. При соизмеримости толщины столбов и размеров неровностей поверхности происходит удовлетворительная адгезия керамического слоя к металлическому слою.

Таким образом, качество подготовки поверхности оказывает существенное влияние на адгезионную прочность осаждаемого керамического слоя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самойленко В.М., Фатьянов Е.А., Зоричев А.В. Термостойкость лопаток турбины ГТД с теплозащитным покрытием // Коррозия: материалы, защита. - 2009. - № 12. - С. 1-4.
2. Самойленко В.М., Фатьянов Е.А., Настас Г.Н., Казарян С.А. Влияние диффузионных процессов на долговечность защитных покрытий // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. - 2010. - № 1. - С. 42-45.
3. Самойленко В.М., Фатьянов Е.А., Зоричев А.В., Настас Г.Н. Применение теплозащитного покрытия для увеличения долговечности рабочих лопаток ГТД // Проблемы безопасности полетов. - 2010. - № 2. - С. 30-34.

INFLUENCE OF WORKPIECE SURFACE PREPARATION ON THERMAL BARRIER COATING DURABILITY

Petrova M.A., Ravylov R.G., Samoylenko V.M., Tarasov A.I.

Article deals with the impact of workpiece surface quality on adhesive strength and durability of thermal barrier coating. The result revealed that the roughness of metal layer influences on the adhesion of ceramic coating and depends the thickness of ceramic crystals when using method of Electron beam deposition.

Key words: cover, paddle, durability, surface preparation.

Сведения об авторах

Петрова Мария Александровна, окончила МГТУ ГА (2011), аспирантка МГТУ ГА, автор 3 научных работ, область научных интересов – технология производства и ремонт авиационной техники.

Равилов Ринат Галимчанович, 1970 г.р., окончил МАТИ (1992), кандидат технических наук, главный металлург Лыткаринского машиностроительного завода, автор более 15 научных работ, область научных интересов – технология производства и ремонт авиационной техники.

Самойленко Василий Михайлович, 1961 г.р., окончил ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского (1990), профессор, доктор технических наук, декан механического факультета МГТУ ГА, автор более 70 научных работ, область научных интересов – технология производства и ремонт авиационной техники.

Тарасов Андрей Иванович, 1981 г.р., окончил МАИ (2004), преподаватель МАИ, автор 5 научных работ, область научных интересов – технология производства и ремонт авиационной техники.