

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ZrO_2 МЕТОДОМ НАМАЗКИ

Закиров И.Ф.¹, Банных С.А.¹, Шак А.В.¹

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: zif-89@mail.ru

MODIFICATION OF THE HEAT-SHIELDING COATINGS BASED ON ZrO_2 BY THE SPREADING METHOD

Zakirov I.F.¹, Bannykh S.A.¹, Shak A.V.¹

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

A method has been developed for applying a heat-shielding coating based on zirconium dioxide reinforced with ceramic fiber by manually spreading an aqueous slip followed by drying and calcining at 1200°C in an inert atmosphere.

Развитие авиационной промышленности и двигателестроения в настоящее время направлено на увеличение КПД двигателя, снижению его весовой характеристики и уменьшению выброса вредных веществ в атмосферу. Эти характеристики достигаются путем создания еще более мощного высокотемпературного потока газа на входе в турбину. Однако, даже лучшие жаропрочные сплавы на никелевой основе, которые способны работать в течение долгого времени в условиях статических и динамических нагрузок, начинают разрушаться при температурах свыше 1100°C. Без тепловой защиты высокая температура может пагубно повлиять на детали и металлические узлы двигателя, в том числе и на лопатки газотурбинных двигателей (ГТД) авиационного назначения.

Теплозащитных покрытий (ТЗП) существует большое количество, чаще всего промышленные предприятия используют керамические покрытия на основе ZrO_2 . Такая керамика обладает стойкостью при работах в окислительных средах и высоких температурах. Она имеет достаточно высокий коэффициент термического расширения, высокую прочность, стойкость против коррозии и эрозии, отличную изоляционную способность, а так же низкую теплопроводность. Коэффициент теплопроводности ее примерно в 10 раз меньше, чем у основного материала жаростойкого типа [1].

Одним из основных методов нанесения ТЗП является газоплазменное напыление. Недостатком такой теплозащиты является достаточно высокая пористость и шероховатость, что приводит к повышенной газопроницаемости и окислению подложки, значительно снижает срок службы покрытия и детали. Таким образом, возникает необходимость в дополнительной модификации керамического слоя ТЗП различными методами [2].

Для решения данной проблемы нами разработан композиционный состав шликера на основе $ZrO_2-7\%Y_2O_3$, армированного керамическим волокном. После ручной намазки водного шликера требуется сушка на воздухе и затем прокаливание покрытия при температуре до $1200^\circ C$ в течение 2 часов. Для предотвращения окисления материала лопатки прокаливание проводится в инертной атмосфере.

Исследования по отработке вариантов модификации ТЗП производились на образцах из сплава ХН60ВТ размером $75 \times 25 \times 1,5$ мм. Установлено, что шероховатость поверхности начального керамического покрытия, нанесенного газоплазменным напылением, составляет от Ra 6 до Ra 9 в зависимости от условий напыления криволинейных поверхностей. Шероховатость керамического слоя после модифицирования путем намазки снижается до $\sim Ra 4,5$. Есть возможность, как залечивания трещин, так и нанесение сплошного толстого слоя толщиной 50-80 мкм.

Проведенные испытания в условиях термоциклирования: нагрев $20 \rightarrow 1000^\circ C \rightarrow$ выдержка 10 минут \rightarrow охлаждение в воде показали, что после 25 циклов снижения шероховатости не происходит. Видимых дефектов не наблюдается. Микроструктура покрытия после 25 термоциклов представлена на рисунке.

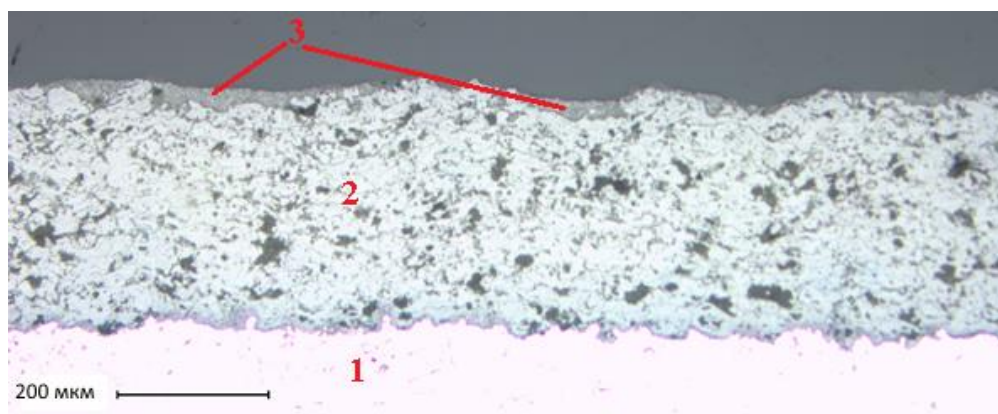


Рис. 1. Микроструктура модифицированного теплозащитного покрытия на основе ZrO_2 после 25 термоциклов: 1- подслоя, 2 - теплозащитный слой, 3 - слой намазки.

1. Н.И.Старцев, С.В.Фалалеев, Конструкция узлов авиационных двигателей: турбина и камера сгорания: электронный курс лекций, Государственный аэрокосмический университет (2007)
2. Н.Т Тиханов, Н.Ф Мусаткин, В.Н Матвеев, Теория лопаточных машин авиационных газотурбинных двигателей, Государственный аэрокосмический университет, (2001)