

УДК 005

ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, НАНЕСЕННЫХ МЕТОДОМ ГАЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ НА ДЕТАЛИ ГТД

© Макарова Т.А., Савич Е.К.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: killerofnightmares@gmail.com

Повышение ресурса деталей горячего тракта ГТД, а, следовательно, увеличение их надежности, долговечности и срока службы является главной задачей теплозащитных покрытий (ТЗП). Наиболее широкое распространение в качестве ТЗП получили слоистые системы типа металл–керамика, состоящие из внешнего керамического слоя и внутреннего металлического подслоя.

Теплозащитные покрытия должны обладать рядом свойств, обеспечивающих качество покрытия. К этим свойствам относятся: высокая когезионная и адгезионная прочность, высокая жаро- и термостойкость; а также низкая теплопроводность.

Сцепление между частицами, а также между основой и покрытием (адгезионная и когезионная прочность) может происходить за счет механического зацепления, физического и химического взаимодействий. Адгезионная прочность зависит от шероховатости поверхности адгезионного контакта. Для лучшего контакта перед напылением проводят абразивно-струйную обработку поверхности. Также качество соединения зависит от поверхностного натяжения частицы, химического сродства частицы и основы, чистоты их поверхностей.

Одной из причин низкой прочности является формирование в покрытии больших остаточных напряжений. Возникновение остаточных напряжений связано с различием температуры частиц и основы, их коэффициентами термического расширения, усадкой при кристаллизации частиц, жесткостью системы покрытие-основа, деформацией и наклепом частиц при ударе о напыляемую поверхность и рядом других факторов.

Важным фактором является толщина покрытия. Увеличение толщины покрытия выше некоторых критических значений приводит к полному или частичному отслаиванию покрытия, возникновению трещин, а также снижению предела выносливости.

Детали с теплозащитным покрытием в процессе эксплуатации подвергаются тепловым ударам и термоциклированию, что способствует возникновению температурных полей и, как следствие, появлению температурных напряжений, которые могут привести к разрушению покрытия. Термоциклирование может сопровождаться появлением усталостных трещин и формоизменением [1].

Также при длительной работе важно, чтобы покрытие сохраняло свои начальные свойства и под воздействием высоких температур не претерпевало физических и химических изменений. Жаростойкость определяют, прежде всего, структурой нанесенного покрытия, его пористостью, свойствами продуктов окисления.

На свойства нанесенного покрытия в значительной степени влияет микроструктура плазменного покрытия, напыленного порошком. Микроструктура формируется последовательным наслоением полностью или частично расплавленных капель, растекшихся по поверхности и закристаллизовавшихся на ней. Характерная структура имеет слоистый характер и состоит из дискообразных кристаллитов и закрытых пор.

Пористость покрытий в зависимости от технологических факторов и материала покрытия может изменяться в широких пределах. Высокие значения пористости негативно отражаются на адгезионной и когезионной прочности покрытий и коррозионной стойкости. Беспористая структура эффективна только в качестве небольшого по толщине слоя. Равномерно распределенная пористость является наиболее предпочтительной с точки зрения снижения теплопроводности, релаксации внутренних напряжений и когезионной прочности [2].

Для обеспечения необходимых свойств определены основные параметры качества теплозащитных покрытий, нанесенных плазменным газотермическим методом, влияющие на эксплуатационные характеристики и работоспособность изделия (рис.).



Рис. Параметры качества теплозащитных покрытий, нанесенных методом газотермического плазменного напыления

Анализируя обобщенную схему, представленную на рисунке, можно сделать вывод, что основными параметрами, влияющими на качество покрытия, являются физико-химический состав напыляемого порошка и микроструктура нанесенного покрытия.

Проведенные многочисленные исследования в данной области показывают, что при напылении одного и того же материала в зависимости от технологических параметров может формироваться различная структура покрытия. Отсюда делаем вывод, что влияние микроструктуры нанесенного покрытия является более значительным для качества покрытия. Изучение литературных данных по этому вопросу позволило сделать вывод, что микроструктура покрытия зависит от технологических особенностей процесса нанесения покрытия и может с помощью изменения параметров процесса нанесения меняться в значительных пределах.

Библиографический список

1. Барвинок В.А. Плазма в технологии, надежность, ресурс. М.: Наука и технологии, 2005. 452 с.
2. Барвинок В.А. Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий. М: Машиностроение, 1990. 384 с.