

УДК 621.793.72

Нанесения жаростойкого покрытие (алитирование) на лопатки газотурбинного двигателя.

Негров Д.А. Кромм А.А. Белоусова А. С. Хусаенова Э. И.
Омский государственный технический университет, г. Омск, Россия

Аннотация. Рассмотрен способ нанесения жаропрочного покрытия (алитирование). Проанализирован способ нанесения металлизацией. Обоснован выбор толщины покрытия. Рассмотрено влияние химического состава на толщину.

Ключевые слова: алитирование, алюминий, газотурбинный двигатель (ГТД).

Одной из основных задач заводов создающих двигатели для авиации, является повышение ресурса работы рабочих лопаток газотурбинных двигателей (ГТД) (рис. 1). Для этого создаются специальные защитные покрытия и способы их нанесения.

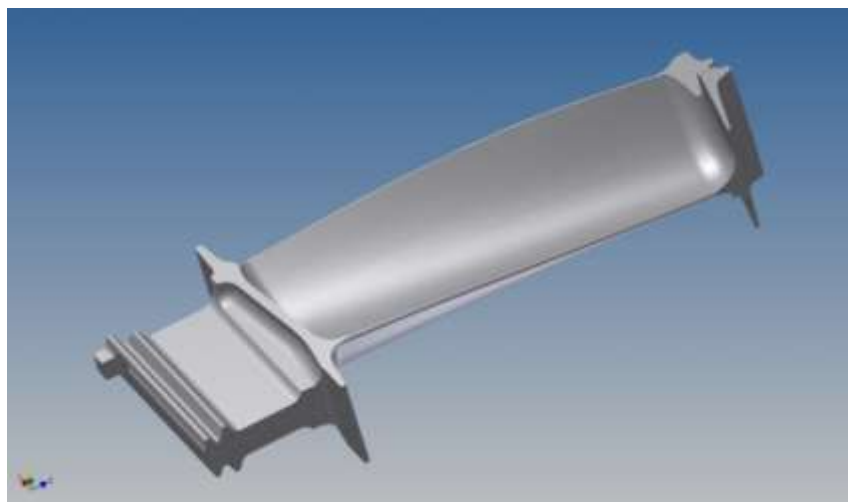


Рисунок 1 -Лопатка газотурбинного двигателя

Одним из таких способов защиты является алитирование. Алитирование то вид химико-термической обработки заключающийся в диффузионном насыщении алюминием поверхностного слоя металлических изделий (главным образом из стали, сплавов на основе меди, никеля и кобальта, тугоплавких металлов). Глубина алитированного слоя 0,01-1,2 мм. Образующаяся на поверхности изделия плёнка оксида алюминия защищает изделие, повышая его сопротивляемость окислению, коррозии и износу. При эксплуатации алитированных изделий при температуре 1000°C срок их службы повышается в 6-7 раз, при 800°C - до 20 раз. [2]

От качества покрытия зависит вся работа двигателя, так как лопатки, на которые наносится покрытие, являются одними из особо ответственных деталей.

Различают несколько способов нанесения покрытия:

1. Алитирование в порошкообразных смесях;
2. Алитирование расплавлением и напылением;
3. Алитирование в вакууме;
4. Газовое алитирование;
5. Плакирование;
6. Электролитическое покрытие;
7. Алитирование погружением в расплавленный алюминий или его сплав;

Одним из простых и экономически выгодных способов является алитирование методом расплавления и напыления.

Сущность данного метода заключается в плавлении металла и разбрызгивании его струей сжатого воздуха под давлением 2 – 4 атм. с помощью специального металлизатора (газового, электрического или высокочастотного). Перед этим поверхность, на которую будет происходить напыление, очищают.[1]

Для повышения сцепления покрытия, поверхность основного металла делают шероховатой. При данном способе алитирования сцепление не происходит не только между покрытием и металлом, но и между слоями и частицами алюминия. Структура покрытия обладает повышенной пористостью (до 20 микропор на 1мм^2), поэтому для повышения прочности сцепления покрытия с металлом и повышения плотности, проводится отжиг при температуре 950 – 1200 °С. Микроструктура алитированного слоя приведена на (рис. 2)[1].

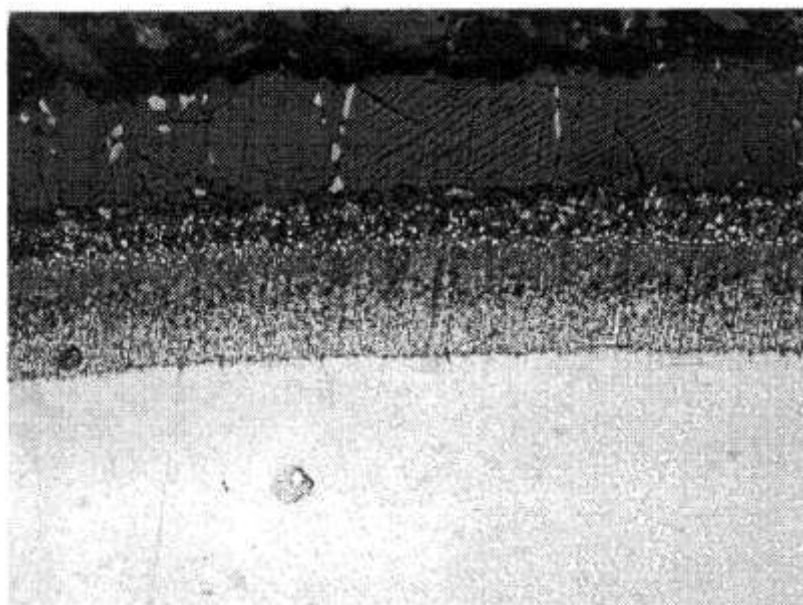


Рисунок 2 - Микроструктура алитированного слоя

Чтобы алюминий во время диффузионного отжига не окислился, применяют обмазку, которую подогревают до 80 – 100°С и наносят на поверхность металлизированной детали слоем 0,8 – 1,5 мм, при помощи кисти, окунания или пневматическим распылителем. Обмазка просушивается на воздухе, затем в печи при 80 – 100 °С.

Покрытие подвергается термообработке с целью снижения концентрации алюминия, так как после формирования диффузионного слоя, содержание алюминия в слое находится на уровне 22 – 32%.

При снижении содержания алюминия, снижается и сопротивляемость высокотемпературному окислению и долговечность от химического разрушения покрытия газовой средой, поэтому для повышения срока службы покрытия следует увеличить его толщину. [6]

Для того чтобы лопатки ГТД отработали заданный ресурс 1000 ч при температуре 1050°C и содержания алюминия в покрытии 18 – 20%, его толщина должна составлять 0,04 – 0,06 мм. При эксплуатации лопатки подвергаются деформации, вследствие чего покрытие из-за хрупкости растрескивается, через образовавшиеся трещины в основной металл проникает коррозия, понижая ресурс лопаток.

Если поверхностный слой металла работает в области упругопластических деформаций (малоцикловая усталость, к которой относят и термическую усталость металлов), то высокой долговечностью обладают покрытия, имеющие большой ресурс пластичности. При работе покрытий в области упругих деформаций, долговечность покрытий возрастает при наведении в них сжимающих остаточных напряжений. Толщина современных покрытий ограничивают по малоциклового усталости величиной 0,04 .. 0,05 мм[4].

Большое влияние на толщину алитированного слоя оказывает химический состав металла (рис. 1). [3]

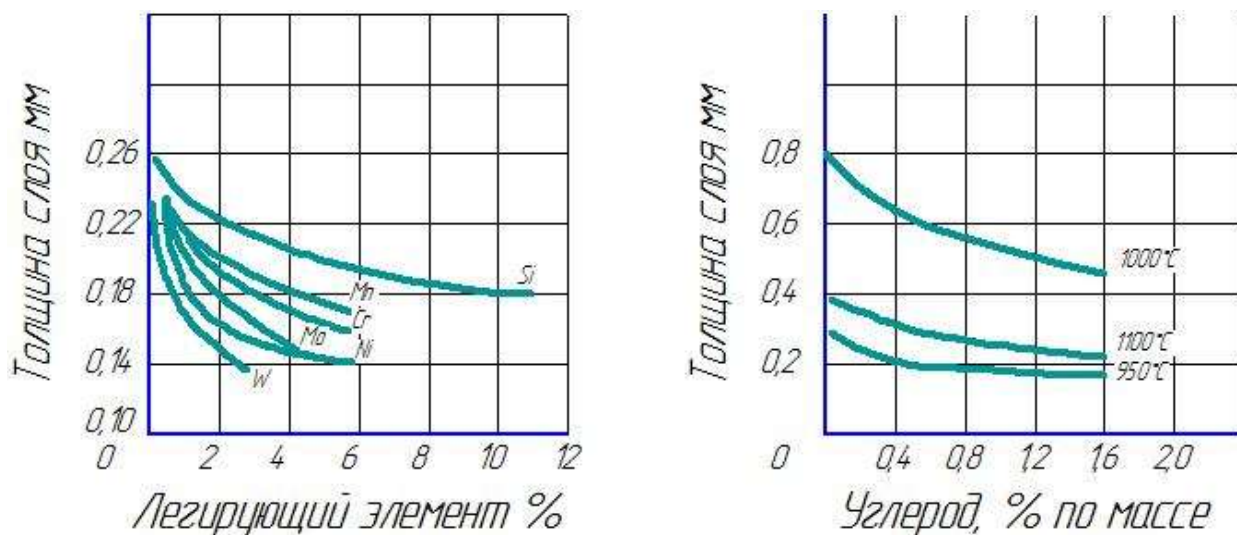


Рисунок 3 - Влияние химического состава на толщину слоя

В процессе алитирования образуются основные интерметаллидные соединения NiAl и CoAl, которые имеют упорядоченную объемноцентрированную кубическую кристаллическую структуру. Соединения образуются в ходе химической реакции, протекающей на поверхности никелевых и кобальтовых сплавов, при обогащении алюминием.

На поверхности образуется окисная пленка Al_2O_3 , при помощи которой и происходит защита от воздействия окружающей среды. В ходе эксплуатации ГТД,

с повышением температуры происходит химическая реакция с образованием окалины, которая осыпается. В результате этого происходит образование γ' фазы и твердых растворов на основе металла жаропрочного сплава, поэтому важно улучшать методики и испытания алитированного слоя особенно для такой ответственной детали как лопатка.[5]

Библиографический список

1. Рябов В.Р. Алитирование стали. М.: Metallurgy, 1973 г, 240 с.
2. Абраимов Н. В., Елисеев Ю. С. Химико – термическая обработка жаропрочных сталей и сплавов. 2001г. 622 с.
3. Дубинин Г.Н., Гурашев В.Н. (руководители темы), Соколов В.С., Киселев А.В., Харинова Н.А. Надежность в технике. Упрочнение деталей машин. Выбор режимов алитирования по долговечности. Общие требования. М.: 1984 г.
4. Терехин А. М. Повышение долговечности лопаток турбин газотурбинных двигателей нанесением модифицированных комбинированных покрытий системы Ni-Al-Cr. дис. диссертация канд. техн. Наук. Москва, 2008. - 128 с
5. Симс Ч., Хагель В. Жаропрочные сплавы, 1972. Пер. с англ. М.: Metallurgy, 1976. 568 с.
6. Еремин Е.Н., Филиппов Ю.О., Еремин А.Е., Лосев А.С. Совершенствование технологии изготовления изделий из жаропрочных сплавов. Технология машиностроения. 2007. № 6. С. 10-11.