



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4254386/31-21

(22) 29.05.87

(71) Институт электросварки
им. Е.О.Патона

(72) Б.Е.Патон, Б.А.Мовчан,
И.С.Малашенко, Н.И.Гречанюк,
Н.П.Вашило и К.Ю.Яковчук

(53) 621.793:621.438-2 (088.8)

(56) Патент США № 4414249,

кл. С 23 С 11/00, 13/00, 08.11.83.

(54) ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ЛОПАТОК
ГАЗОВЫХ ТУРБИН

(57) Изобретение относится к жаростойким покрытиям на турбинных лопатках, работающих при высокой температуре и высоких плотностях газового потока. Цель изобретения - повышение коррозионной стойкости и термической стабильности покрытия, увеличение термоциклической долговечности достигается тем, что основной жаростойкий слой содержит хрома 26-30 мас.%, в слоях на основе кобальта и 20-23 мас.%, в слоях на основе никеля, причем между жаростойким

слоем и поверхностью лопатки введен промежуточный пластичный подслой - металл-хром-алюминий-иттрий, где металл-(никель, кобальт), содержащий в подслоях на основе никеля 4,5-6,0 мас.% алюминия, 0-2 мас.% кобальта, в подслоях на основе кобальта - 3,5-5,0 мас.% алюминия, 2-6 мас.% никеля, при этом отношение толщин подслоя и основного слоя составляет 0,2-0,5, отношение толщины керамического подслоя и основного жаростойкого слоя 0,3-1, а содержание алюминия в подслое соответствует содержанию алюминия в материале лопатки. На границе раздела металлическое покрытие - керамический слой формируется прослойка диоксида циркония, имеющего повышенную плотность, являющаяся основным барьером для проникновения продуктов сгорания к металлическому покрытию и благоприятно влияющая на напряженное состояние поверхностных слоев металлического покрытия.

1

Изобретение относится к жаростойким покрытиям на турбинных лопатках, работающих при высокой температуре и высоких плотностях газового потока. Цель изобретения - повышение коррозионной стойкости и термической стабильности покрытия, увеличение термоциклической долговечности. Разработанная конструкция композиционного жаростойкого покрытия состоит из промежуточного пластичного подслоя Me-Cr-Al-Y (где Me-Co, Ni), наноси-

2

мого непосредственно на поверхность лопатки, причем содержание алюминия в промежуточном подслое соответствует ($\pm 0,5$ мас.%) содержанию алюминия в защищаемом сплаве.

На промежуточный подслой наносится основной жаростойкий слой Me-Cr-Al-Y (где Me-Co, Ni) с увеличенным содержанием Cr. На основной жаростойкий слой наносится внешний керамический слой из стабилизированного

(19) SU (11) 1476947 A1



оксидом иттрия (6,5–12% Y_2O_3) диоксида циркония.

При суммарной толщине промежуточного подслоя и жаростойкого слоя не более 135 мкм толщина промежуточного подслоя изменяется в пределах от 20 до 40–50 мкм; толщина внешнего керамического слоя $ZrO_2-Y_2O_3$ находится в пределах 0,3–1,0 от толщины суммарного металлического слоя.

Покрывают методом электронно-лучевой технологии – испарением соответствующих сплавов и конденсацией в вакууме последовательно промежуточного, жаростойкого металлического и керамического слоев, для чего используется многотигельное испарительное устройство, которым оснащены электронно-лучевые установки типа УЭ-137, УЭ-175 М, УЭ-187.

Образцы (лопатки) помещаются в специальные кассеты, являющиеся технологической оснасткой для вращения подложек в паровом потоке и осаждения испаряемых материалов. Подложки в оснастке нагревают до 850–920°C; скорость вращения 4–9 об/мин. Давление остаточных газов в рабочей камере поддерживается не более $1,3 \cdot 10^{-2}$ Па.

В таблице приведены химические составы слоев Me-Cr-Al-Y, используемые в структуре жаростойких покрытий для защиты лопаток турбин от высокотемпературной коррозии.

Образцы (лопатки) с металлическим покрытием подвергают диффузионному отжигу в вакууме в течение 2 ч, упрочняющей дробеструйной обработке микрошариками и повторному (рекристаллизационному) отжигу в вакууме в течение 2–4 ч при 1040–1130°C в зависимости от типа защищаемого сплава (ЭИ-893, ЧС70, ЖС6К, ИН-738).

Последним этапом является формирование на поверхности основного жаростойкого слоя внешнего керамического покрытия из диоксида $ZrO_2-Y_2O_3$. Испарение керамики ведут из жидкой ванны при скорости конденсации 1,5–2,2 мкм/мин и скорости вращения подложек 4–9 об/мин, что позволяет сформировать столбчатую

структуру покрытия с оптимальной открытой микропористостью в пределах 10–14%. Температура поверхности конденсации непрерывно контролируется и поддерживается равной 920–950°C во избежание перегрева защищаемого изделия. На границе раздела металлическое покрытие – керамический слой формируется прослойка (5–10 мкм) диоксида ZrO_2 , имеющего повышенную плотность, являющаяся основным барьером для проникновения продуктов сгорания к металлическому покрытию и благоприятно влияющая на напряженное состояние поверхностных слоев металлического покрытия.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Защитное покрытие для лопаток газозовых турбин, изготовленных из жаропрочного сплава на никелевой основе, содержащее основной жаростойкий слой металл-хром-алюминий-иттрий (где металл-никель, кобальт) и внешний керамический слой из стабилизированного диоксида циркония, о т л и ч а ю щ е е с я тем, что, с целью повышения коррозионной стойкости и термической стабильности покрытия, увеличения термоциклической долговечности, основной жаростойкий слой содержит хрома 26–30 мас.% в слоях на основе кобальта и 20–23 мас.% в слоях на основе никеля, причем между жаростойким слоем и поверхностью лопатки введен промежуточный пластичный подслой металл-хром-алюминий-иттрий (где металл-никель, кобальт), содержащий в подслоях на основе никеля – 4,5–6,0 мас.% алюминия, 0–2 мас.% кобальта, в подслоях на основе кобальта 3,5–5,0 мас.% алюминия, 2–6 мас.% никеля, при этом отношение толщин подслоя и основного жаростойкого слоя составляет 0,2–0,5, отношение толщины керамического слоя и суммарной толщины подслоя и основного жаростойкого слоя – 0,3–1,0, а содержание алюминия в подслое соответствует содержанию алюминия в материале лопатки.

| Химический состав, мас. % | | | | | Функциональное назначение слоя |
|---------------------------|---------------------|-------|---------|-----------|--|
| Co | Ni | Cr | Al | Y | |
| Осталь- ное | 0-2 | 26-30 | 10,5-13 | 0,15-0,2 | Жаростойкий слой в композиционном покрытии |
| То же | 2-6 | 25-27 | 3,5-5 | 0,12-0,3 | Промежуточный под- слой |
| 0-2 | Ос- таль- ное | 20-23 | 11-13 | 0,15-0,3 | Жаростойкий слой в композиционном по- крытии |
| 0-2 | То же | 16-20 | 4,5-6 | 0,15-0,45 | Промежуточный под- слой |

Редактор Е.Зубиетова Составитель В.Милославская
 Техред А.Кравчук Корректор М.Пожо

Заказ 645/ДСП Тираж 647 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г.Ужгород, ул. Гагарина, 101

