



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2009140588/03, 05.11.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**05.11.2009**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **05.11.2009**(43) Дата публикации заявки: **10.05.2011** Бюл. № 13(45) Опубликовано: **27.12.2011** Бюл. № 36(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 1512173 A1, 27.09.1996. US 3754903 A, 28.08.1973. US 2004234808 A1, 25.11.2004. EP 1001055 A1, 17.05.2000.**

Адрес для переписки:

**115088, Москва, ул.****Шарикоподшипниковская, 4, ОАО НПО  
"ЦНИИТМАШ", Л.М. Матевосову**

(72) Автор(ы):

**Береговский Владимир Васильевич (RU),  
Щуренкова Светлана Александровна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Министерство промышленности и торговли  
Российской Федерации (Минпромторг РФ)  
(RU)****(54) МНОГОСЛОЙНОЕ ЖАРСТОЙКОЕ ПОКРЫТИЕ С ГРАДИЕНТОМ АЛЮМИНИЯ ПО ТОЛЩИНЕ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к защитным покрытиям термонагруженных деталей газовых турбин и двигателей внутреннего сгорания. Технический результат изобретения заключается в повышении коррозионной стойкости. Многослойное жаростойкое покрытие выполнено с градиентом алюминия по толщине. Покрытие состоит из чередующихся слоев толщиной от 0,1 до 3 мкм, каждый из которых содержит никель, хром,

алюминий, иттрий, при этом число слоев составляет от 10 до 100. Каждый последующий слой, начиная с поверхности образца, имеет концентрацию алюминия выше чем в предыдущем слое. Первый от поверхности образца слой покрытия содержит алюминий - 4%, никель - 70,7%, хром - 25%, иттрий - 0,3%, а последний от поверхности образца слой покрытия содержит алюминий - 12%, никель - 66,7%, хром - 21%, иттрий - 0,3%. 1 з.п. ф-лы.

RU 2 437 962 C2

RU 2 437 962 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2009140588/03, 05.11.2009**

(24) Effective date for property rights:  
**05.11.2009**

Priority:

(22) Date of filing: **05.11.2009**

(43) Application published: **10.05.2011 Bull. 13**

(45) Date of publication: **27.12.2011 Bull. 36**

Mail address:

**115088, Moskva, ul. Sharikopodshipnikovskaja, 4,  
OAO NPO "TsNIITMASH", L.M. Matevosovu**

(72) Inventor(s):

**Beregovskij Vladimir Vasil'evich (RU),  
Shchurenkova Svetlana Aleksandrovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Ministerstvo promyshlennosti i trgovli  
Rossijskoj Federatsii (Minpromtorg RF) (RU)**

**(54) MULTI-LAYER HEAT RESISTANT COATING WITH GRADIENT OF ALUMINIUM BY THICKNESS**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: multi-layer heat resistant coating is made with gradient of aluminium by thickness. Coating consists of alternate layers of thickness from 0.1 to 3 mcm each containing nickel, chromium, aluminium, and yttrium. Also, number of layers amounts from 10 to 100. Starting from surface of a specimen each successive layer has concentration of

aluminium higher, than in a preceding layer. The first from surface of the specimen layer of coating contains aluminium - 4 %, nickel - 70.7 %, chromium - 25 %, yttrium - 0.3 %, while the last from surface of the specimen layer of coating contains - 12 %, nickel - 66.7 %, chromium - 21 %, yttrium - 0.3 %.

EFFECT: raised corrosion resistance.

2 cl

RU 2 437 962 C2

RU 2 437 962 C2

Изобретение относится к машиностроению, а именно к материалам, служащим в качестве защитных покрытий термонагруженных деталей газовых турбин и двигателей внутреннего сгорания.

Известны жаростойкие покрытия на основе металла (металл: кобальт, железо, никель или их сплавы), содержащие хром, алюминий, иттрий, получаемые вакуумно-плазменными методами (Hunt C.d'A. Пат. 3798055 (США). Vapor deposition process. - Оpubл. 19.03.74). Недостатком этих покрытий является низкая стабильность и долговечность при высоких температурах.

Наиболее близким, принятым за прототип, является многослойное теплозащитное (жаростойкое) покрытие с градиентом алюминия по толщине, выполненное на основе никеля, хрома, алюминия и иттрия, причем покрытие выполнено из чередующихся слоев толщиной 0,8 мкм, каждый из которых содержит никель, хром, алюминий и иттрий, при этом число слоев составляет 76 (SU 1512173 A1, кл. C23C 14/00, 27.09.1996). Основным недостатком этого покрытия является снижение его защитных свойств в процессе эксплуатации. Покрытие состоит из сплава NiCrAlY. Основным элементом, обеспечивающим защиту от коррозии, в покрытии служит алюминий, образующий пассивирующий слой  $Al_2O_3$ . Максимальное содержание алюминия в этом сплаве может составлять 12%, при его дальнейшем увеличении будет происходить охрупчивание материала покрытия. В процессе эксплуатации под действием высоких температур (700-1200°C) происходит диффузия алюминия из покрытия (изначальное содержание алюминия - 12%) в материал образца (изначальное содержанием алюминия - 4%), концентрация алюминия в покрытии снижается, а следовательно, снижается коррозионная стойкость, уменьшается ресурс работы покрытия.

Предложено многослойное жаростойкое покрытие с градиентом алюминия по толщине, отличающееся тем, что оно состоит из чередующихся слоев толщиной от 0,1 до 3 мкм, число слоев в покрытии составляет от 10 до 100, содержание алюминия в слоях меняется по толщине покрытия от 4% у подложки, до 12% на поверхности. Первый от поверхности образца слой покрытия содержит: алюминий - 4%, никель - 70,7%, хром - 25%, иттрий - 0,3%. Последний от поверхности образца слой покрытия содержит: алюминий - 12%, никель - 66,7%, хром - 21%, иттрий - 0,3%.

Предлагаемое покрытие обладает длительной коррозионной стойкостью, которая достигается тем, что концентрация алюминия меняется плавно по толщине покрытия, в этом случае процессы диффузии алюминия из покрытия в образец замедляются и сохраняется максимальная концентрация алюминия на поверхности покрытия в течение многих часов работы образца при высоких температурах (700-1200°C).

Испытания показали, что ресурс работы лопаток турбин с использованием многослойного жаростойкого покрытия с градиентом алюминия по толщине в 3 раза выше чем у лопаток с покрытием-прототипом.

Предлагаемое покрытие наносится в вакууме методом катодного распыления с двух магнетронов. Мишень одного магнетрона состоит из сплава NiCrY, мишень второго магнетрона - из алюминия. Концентрация алюминия в каждом слое регулируется физическими параметрами разряда.

#### Формула изобретения

1. Многослойное жаростойкое покрытие с градиентом алюминия по толщине отличающееся тем, что каждый последующий слой, начиная с поверхности образца, имеет концентрацию алюминия выше предыдущего: первый от поверхности образца слой покрытия содержит алюминий - 4%, никель - 70,7%, хром - 25%, иттрий - 0,3%, а

последний от поверхности образца слой покрытия содержит алюминий - 12%, никель - 66,7%, хром - 21%, иттрий - 0,3%.

5 2. Жаростойкое покрытие по п.1, отличающееся тем, что оно состоит из чередующихся слоев толщиной от 0,1 до 3 мкм, каждый из которых содержит никель, хром, алюминий, иттрий, при этом число слоев составляет от 10 до 100.

10

15

20

25

30

35

40

45

50