



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 132 887** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁶ **C 23 C 14/48**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 97102890/02, 25.02.1997

(46) Опубликовано: 10.07.1999

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2007501 C1, 15.02.94. RU 2039126 C1, 09.07.95. DE 3931565 C1, 24.05.91. EP 0418905 A2, 27.03.91. JP 04107259 A, 08.04.92. SU 1728304 A, 23.04.92.

Адрес для переписки:
450000, Уфа-Центр, ул.К.Маркса, д.12, УГАТУ,
Патентный отдел

(71) Заявитель(и):
Уфимский государственный авиационный
технический университет

(72) Автор(ы):
Смыслов А.М.,
Маслова Л.И.

(73) Патентообладатель(ли):
Уфимский государственный авиационный
технический университет

(54) СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА ПРИ ПОМОЩИ ЦИКЛА ИОННО-ЛУЧЕВЫХ ОБРАБОТОК

(57) Реферат:

Изобретение относится к области немеханической поверхностной обработки и может быть использовано для повышения выносливости, длительной прочности и улучшения качества поверхности деталей из сплавов на основе титана на стадии ремонта в машиностроении, авиадвигателестроении, судостроении и т.п. Способ включает ионную имплантацию азота с энергией 30 кэВ, плотностью тока 40-50 мкА/см², флюэансом $5 \cdot 10^{16}$ ион/см² и постимплантационный

отжиг при 540°C в течение 2 ч, при этом вначале проводят предварительную ионную имплантацию ионов аргона с энергией 15 кэВ, плотностью тока 60 мкА/см², временем обработки 1200-1800 с, затем не вынимая детали из рабочей камеры, проводят ионно-плазменную очистку ионами плазмы аргона с энергией 300 эВ, плотностью тока 5-10 мА/см² и временем очистки 5000-6000 с. Способ позволяет улучшить эксплуатационные свойства и качество поверхности деталей на стадии ремонта.



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 132 887** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **C 23 C 14/48**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **97102890/02, 25.02.1997**

(46) Date of publication: **10.07.1999**

Mail address:

**450000, Ufa-Tsentr, ul.K.Marksa, d.12,
UGATU, Patentnyj otdel**

(71) Applicant(s):

**Ufimskij gosudarstvennyj aviatsionnyj
tehnicheskij universitet**

(72) Inventor(s):

**Smyslov A.M.,
Maslova L.I.**

(73) Proprietor(s):

**Ufimskij gosudarstvennyj aviatsionnyj
tehnicheskij universitet**

(54) **METHOD OF RESTORING SURFACE LAYERS OF PARTS OF TITANIUM-BASED ALLOYS BY THE AID OF CYCLE OF IONIC-BEAM TREATMENTS**

(57) Abstract:

FIELD: metalworking. SUBSTANCE: method consists in ionic implantation of nitrogen with energy 30 keV at current density 43-50 mA/sq.cm and fluence $5 \cdot 10^{16}$ ion/sq.cm followed by postimplantation annealing at 540 C for 2 hr. According to invention, preliminarily, ionic

implantation of argon ions with energy 15 keV is performed at current density 60 mA/sq.cm for 1200-1800 sec, after which, without removal of part under treatment from operation chamber, ion-plasma purification by argon plasma ions with energy 300 eV is performed at current density 5-10 mA/sq.cm for 5000-6000 sec. EFFECT: improved working characteristics of parts.

RU 2 1 3 2 8 8 7 C 1

RU 2 1 3 2 8 8 7 C 1

Изобретение относится к области немеханической поверхностной обработки и может быть использовано для повышения выносливости, длительной прочности и улучшения качества поверхности деталей из сплавов на основе титана на стадии ремонта в машиностроении, авиадвигателестроении, судостроении и т.п.

5 Известен способ восстановления рабочей поверхности лопатки турбины теплового двигателя, включающий в себя удаление обработанного слоя и нанесение жаростойкого покрытия потоком ионов плазмы вакуумного дугового разряда, причем удаление обработанного слоя проводят потоком ускоренных ионов тугоплавких металлов при давлении $(2-3) \cdot 10^{-3}$ Па, отрицательном потенциале на изделии 1 - 5 кВ и времени бомбардировки 15 - 30 мин (а.с. СССР N 1832132, кл. С 23 С 14/32, 1993).

10 Недостатком указанного способа являются ограниченные функциональные возможности ввиду отсутствия в цикле лучевых обработок ионной имплантации. Кроме того, способ не исключает возможности повреждения слоев в результате неодинаковых условий распыления обрабатываемой поверхности: особенно в случае ремонта деталей, отработавших свой ресурс, поверхность которых покрыта неконтролируемыми загрязнениями и имеет неодинаковые свойства различных участков рабочей поверхности.

15 Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является способ повышения эксплуатационных характеристик изделий при помощи последовательно осуществляемых: ионной очистки, имплантации азота с энергией 40 - 100 эВ, плотностью тока 1 - 5 мА/см², дозой $10^{19}-2 \cdot 10^{19}$ ион/см² и ионного легирования бором или редкоземельными элементами с энергией 30-100 кэВ: плотностью тока 2 - 100 мкА/см², дозой $5 \cdot 10^{16} - 10^{17}$ ион/см² и стабилизирующего отжига при 450 - 650°C в вакууме $1 \cdot 10^{-3}-5 \cdot 10^{-3}$ Па в течение 1,5 - 2 ч [2].

25 Недостатком прототипа является низкая скорость очистки из-за использования ионно-лучевого распыления.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое изобретение, является улучшение эксплуатационных свойств и качества поверхности деталей из сплавов на основе титана на стадии ремонта.

30 Поставленная задача достигается тем, что сначала проводят предварительную ионную имплантацию ионов аргона с энергией 15 кэВ, плотностью тока 60 мкА/см², временем обработки 1200-1800 с, с целью гомогенизации обрабатываемой поверхности; затем, не вынимая детали из рабочей камеры имплантера, проводят ионно-плазменную очистку ионами плазмы аргона с энергией 300 эВ, плотностью тока 5-10 мА/см² и временем очистки 5000-6000 с; далее в этой же рабочей камере проводят окончательное ионно-имплантационное модифицирование ионами азота с энергией 30 кэВ, плотностью тока 40-50 мкА/см², флюэнсом $5 \cdot 10^{16}$ ион/см²; вынимают деталь из рабочей камеры имплантера и проводят постимплантационный вакуумный отжиг при 540°C в течение 2 ч.

40 Введение в цикл ионно-лучевых обработок операции предварительной ионной имплантации позволяет значительно улучшить качество ионно-плазменной очистки.

Пример конкретного выполнения способа.

45 Лопатки компрессора из сплава ВТ18-У, обработанные по серийной технологии, включающей в качестве окончательной обработки виброупрочнение, после эксплуатации в составе двигателя в течение 300 ч были подвергнуты ремонту по двум вариантам.

Первый вариант обработки включал в себя ионно-плазменную очистку ионами плазмы аргона с энергией 300 эВ, плотностью тока 5 мА/см² и временем очистки 5000 с; затем окончательное ионно-имплантационное модифицирование ионами азота с энергией 30 кэВ, плотностью тока 40 мкА/см², флюэнсом $5 \cdot 10^{16}$ ион/см² и постимплантационный вакуумный отжиг при 540°C в течение 2 ч.

По второму варианту перед указанными ионно-лучевыми обработками дополнительно проводили предварительную имплантацию ионов аргона с энергией 15 кэВ, плотностью тока 60 мкА/см², временем обработки 1800 с.

В результате обработки по первому варианту после ионно-плазменной очистки на поверхности лопаток наблюдались каверны из-за гетерогенности физико-химического и структурно-фазового состояния поверхностного слоя.

5 Обработка по второму варианту привела на стадии предварительной ионной имплантации к гомогенизации поверхностного слоя. При последующей ионно-плазменной очистке каверны не наблюдались. Шероховатость поверхности достигала $R_a = 0,20$ мкм.

10 В результате реализации трехступенчатого цикла непрерывных ионно-лучевых обработок на стадии ремонта лопатки компрессора ГТД полностью восстановили свои эксплуатационные свойства. Более того, выносливость лопаток, отремонтированных с применением ионно-лучевых обработок выше, чем выносливость новых лопаток, изготовленных по традиционной технологии, на 15,5 - 18%.

Формула изобретения

15 Способ восстановления поверхностных слоев деталей из сплавов на основе титана при помощи ионно-лучевых обработок, включающий ионную имплантацию азота с энергией 30 кэВ, плотностью тока 40 - 50 мкА/см², флюэнсом $5 \cdot 10^{16}$ ион/см² и постимплантационный отжиг при 540°C в течение 2 ч, отличающийся тем, что вначале проводят предварительную ионную имплантацию ионов аргона с энергией 15 кэВ, плотностью тока 60 мкА/см²,
20 временем обработки 1200 - 1800 с, затем не вынимая детали из рабочей камеры имплантера, проводят ионно-плазменную очистку ионами плазмы аргона с энергией 300 эВ, плотностью тока 5 - 10 мА/см² и временем очистки 5000 - 6000 с.

25

30

35

40

45

50