



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B24B 39/04 (2021.08); B23H 9/04 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021119497, 02.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
02.07.2021

Дата регистрации:
01.02.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.07.2021

(45) Опубликовано: 01.02.2022 Бюл. № 4

Адрес для переписки:
119334, Москва, Ленинский пр., 49, ИМЕТ РАН

(72) Автор(ы):

Калита Василий Иванович (RU),
Комлев Дмитрий Игоревич (RU),
Радюк Алексей Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт металлургии и
материаловедения им. А.А. Байкова
Российской академии наук (ИМЕТ РАН)
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2625619 C1, 17.07.2017. SU
1797221 A1, 27.07.1996. RU 2174903 C2,
20.10.2001. RU 2348504 C1, 10.03.2009.

(54) Способ упрочнения цилиндрического изделия с покрытием поверхностно-пластическим деформированием

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии, а более конкретно к формированию коррозионно- и износостойких покрытий с высокой плотностью и твердостью. Способ упрочнения цилиндрического изделия с покрытием поверхностно-пластическим деформированием включает равномерное перемещение покрытия относительно деформирующего элемента, при этом два деформирующих элемента располагают напротив друг друга и воздействуют на покрытие через

поверхности, повторяющие кривизну поверхности покрытия, с давлением прессования 1-10 кг/мм² при относительной скорости перемещения между деформирующими элементами и покрытием 1-3 м/с и подачей защитного газа в зону деформации. Технический результат – получение покрытия со 100% плотностью и микротвердостью, равной микротвердости исходного монолитного материала, используемого для напыления покрытия. 2 ил., 5 пр.

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)

2 765 559 (13) **C1**

(51) Int. Cl.
B24B 39/04 (2006.01)
B23H 9/04 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B24B 39/04 (2021.08); B23H 9/04 (2021.08)

(21)(22) Application: **2021119497, 02.07.2021**

(24) Effective date for property rights:
02.07.2021

Registration date:
01.02.2022

Priority:

(22) Date of filing: **02.07.2021**

(45) Date of publication: **01.02.2022** Bull. № 4

Mail address:

119334, Moskva, Leninskij pr., 49, IMET RAN

(72) Inventor(s):

**Kalita Vasilij Ivanovich (RU),
Komlev Dmitrij Igorevich (RU),
Radyuk Aleksej Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
uchrezhdenie nauki Institut metallurgii i
materialovedeniya im. A.A. Bajkova Rossijskoj
akademii nauk (IMET RAN) (RU)**

(54) **METHOD FOR HARDENING OF A CYLINDRICAL PRODUCT COATED USING SURFACE-PLASTIC DEFORMATION**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to the field of metallurgy, and more specifically to the formation of corrosion- and wear-resistant coatings with high density and hardness. The method for hardening a cylindrical product coated using surface-plastic deformation involves uniform movement of the coating relative to the deforming element, while two deforming elements are positioned opposite each other and act on the coating

through surfaces that repeat the curvature of the coating surface, with a compacting pressure of 1-10 kg/mm² at a relative speed of movement between the deforming elements and the coating of 1-3 m/s and the supply of protective gas into the deformation zone.

EFFECT: production of a coating with 100% density and microhardness equal to the microhardness of the original monolithic material used for spray coating.

1 cl, 2 dwg, 5 ex

RU 2 765 559 C1

RU 2 765 559 C1

Изобретение относится к области металлургии, а более конкретно к формированию коррозионно- и износостойких покрытий с высокой плотностью и твердостью.

Известен «СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ АНТИФРИКЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ПАР ТРЕНИЯ». RU 2210626 C1 МПК C23C 28/00 (2006.01). Авторы: Холопов Ю.В., Лазарев С.Ю. Данное изобретение относится к области обработки металлов давлением и может быть использовано для упрочнения поверхностей деталей, в частности в способах формирования антифрикционных покрытий на металлических поверхностях пар трения. Способ заключается в том, что на поверхность пары трения после ее пластического деформирования ультразвуком наносят слой из высокопрочных композиционных материалов электроискровым методом или плазменным напылением, подвергают нанесенный слой пластическому деформированию ультразвуком, после чего наносят слой из высокодисперсных природных минералов, который также подвергают пластическому деформированию ультразвуком. Использование изобретения обеспечивает повышение износостойкости поверхности и увеличение долговечности пар трения. Однако процесс протекает при температурах не выше 100°C, что не позволяет повысить когезию покрытия.

Известен способ обработки плазменного вольфрамового покрытия на плоской подложке цилиндрическим инструментом диаметром 12 мм, вращающимся со скоростью 400-600 об/мин и перемещающимся с линейной скоростью вдоль поверхности покрытия 50 мм/минуту, Давление инструмента на покрытие до 20 кГ/мм². Плоский торец инструмента пластически деформирует покрытие, повышая его плотность. Таким способом не удастся обрабатывать цилиндрические детали с покрытиями. Hiroyasu Tanigawa, Kazumi Ozawa, Yoshiaki Morisada, Sanghoon Noh, Hidetoshi Fujii. Modification of vacuum plasma sprayed tungsten coating on reduced activation ferritic/martensitic steels by friction stir processing. Fusion Engineering and Design 98-99 (2015) 2080-2084.

Известен способ повышения прочности детали с покрытием, RU 2625619 C1 МПК B24B 39/00 (2006.01) Заявка: 2016139914, 2016.10.10 Авторы: Бледнова Жесфина Михайловна (RU), Бадаев Эйтибар Юсиф Оглы (RU), Дмитренко Дмитрий Валерьевич (RU). Способ обработки цилиндрической детали (Рис. 1, поз.1) с покрытием (поз.2) поверхностно-пластическим деформированием реализуется путем обкатки деформирующим элементом (поз.3), отличающийся тем, что поверхностно-пластическое деформирование совмещают с последующим упрочнением покрытия ультразвуковой обработкой упрочняющим элементом (поз.4) с частотой колебаний 18-22 кГц, при этом расстояние между деформирующим и упрочняющим элементами составляет 10-30 мм, линейная скорость перемещения пятна деформации деформирующих и упрочняющих элементов 50-100-10⁻³ м/с при продольной подаче 0,08-0,12 мм/об., сила прижима деформирующего элемента составляет 50-3000 Н (P1), а упрочняющего элемента составляет 100-1000 Н (P2).

Этот источник является наиболее близким к способу упрочнения цилиндрического изделия с покрытием поверхностно-пластическим деформированием, его взяли в качестве прототипа.

Способ упрочнения цилиндрического изделия с покрытием поверхностно-пластическим деформированием, реализуемый в прототипе имеет недостатки. Деформирование осуществляется при температурах не выше 100°C, что определяет механические свойства покрытия не более 20% от свойств исходного монолитного материала. При таких температурах деформации напыленные частицы, из которых состоит покрытие, не формируют между собой прочной связи.

Задачей изобретения является: создание способа упрочнения цилиндрического изделия с покрытием поверхностно - пластическим деформированием с более высокими механическими свойствами покрытия.

Техническим результатом изобретения является: покрытие со 100% плотностью и микротвердостью равной микротвердости исходного монолитного материала, используемого для напыления покрытия.

Технический результат достигается тем, что цилиндрические изделия с покрытиями подвергаются поверхностно-пластическому деформированию с равномерным перемещением покрытия относительно деформирующего элемента, когда два деформирующих элемента располагаются друг против друга и воздействуют на покрытие через поверхности, повторяющие кривизну поверхности покрытия, при скорости деформирующих элементов относительно покрытия 1-3 м/с, при давлении прессования 1-10 кГ/мм² и с подачей защитного газа в зону деформации.

Сущность получаемого технического результата заключается в том, что при давлении 1-10 кГ/мм² двух деформирующих элементов (рис. 2, поз.1 и 2) на покрытие (поз.3), расположенное на цилиндрической поверхности, и перемещающееся с скоростью 1-3 м/с относительно этих деформирующих элементов, разогревается вплоть до температуры 1300°С. При таких температурах происходит интенсивная пластическая деформация. Высокая температура и пластические деформации разрушают оксидные пленки на напыленных частицах и приводят к формированию прочного соединения между ними. Прочность покрытия в этом случае превышает прочность исходного монолитного материала, используемого для напыления покрытия. Подача защитного газа в зону деформации снижает окисление покрытия кислородом окружающей атмосферы.

Пример 1. Плазменное никелевое покрытие толщиной 300 мкм, напыленное на стальной пруток подвергли обработке двумя инструментами из быстрорежущей стали при следующих параметрах:

Давление прессования покрытия: 1 кГ/мм².

Линейная скорость перемещения покрытия относительно инструментов: 1 м/с. Подача газа аргона 4 л/мин.

Получено покрытие со 100% плотностью, микротвердость покрытия 350 кГ/мм²

Пример 2. Плазменное никелевое покрытие толщиной 300 мкм, напыленное на стальной пруток подвергли обработке двумя инструментами из быстрорежущей стали при следующих параметрах:

Давление прессования покрытия: 3 кГ/мм².

Линейная скорость перемещения покрытия относительно инструментов: 1,5 м/с. Подача газа аргона 6 л/мин.

Получено покрытие со 100% плотностью, микротвердость покрытия 310 кГ/мм²

Пример 3. Плазменное никелевое покрытие толщиной 300 мкм, напыленное на стальной пруток подвергли обработке двумя инструментами из быстрорежущей стали при следующих параметрах:

Давление прессования покрытия: 5 кГ/мм².

Линейная скорость перемещения покрытия относительно инструментов: 2 м/с. Подача газа аргона 8 л/мин.

Получено покрытие со 100% плотностью, микротвердость покрытия 290 кГ/мм²

Пример 4. Плазменное никелевое покрытие толщиной 300 мкм, напыленное на стальной пруток подвергли обработке двумя инструментами из быстрорежущей стали

при следующих параметрах:

Давление прессования покрытия: 7 кг/мм^2 .

Линейная скорость перемещения покрытия относительно инструментов: $2,5 \text{ м/с}$.

Подача газа аргона 8 л/мин .

5

Получено покрытие со 100% плотностью, микротвердость покрытия 275 кг/мм^2

Пример 5. Плазменное никелевое покрытие толщиной 300 мкм , напыленное на стальной пруток подвергли обработке двумя инструментами из быстрорежущей стали при следующих параметрах:

10

Давление прессования покрытия: 10 кг/мм^2 .

Линейная скорость перемещения покрытия относительно инструментов: 3 м/с . Подача газа аргона 8 л/мин .

Получено покрытие со 100% плотностью, микротвердость покрытия 260 кг/мм^2 .

15

(57) Формула изобретения

Способ упрочнения цилиндрического изделия с покрытием поверхностно-пластическим деформированием, включающий равномерное перемещение покрытия относительно деформирующего элемента, отличающийся тем, что два деформирующих элемента располагают напротив друг друга и воздействуют на покрытие через поверхности, повторяющие кривизну поверхности покрытия, с давлением прессования $1-10 \text{ кг/мм}^2$ при относительной скорости перемещения между деформирующими элементами и покрытием $1-3 \text{ м/с}$ и подачей защитного газа в зону деформации.

25

30

35

40

45

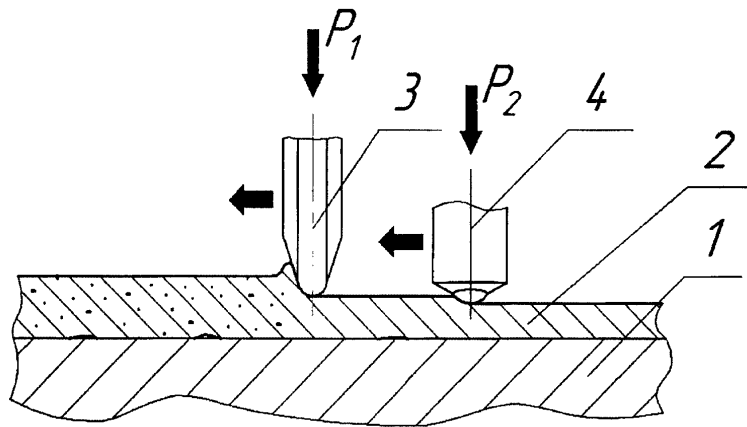


Рисунок 1

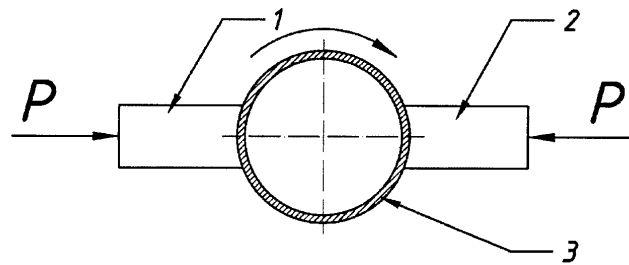


Рисунок 2