



(51) МПК
C23C 4/04 (2006.01)
C23C 4/14 (2006.01)
B23K 10/00 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2011125217/02**, **17.06.2011**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.06.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **17.06.2011**

(45) Опубликовано: **20.02.2013** Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2402628 C1**, **27.10.2010**. **RU 97730 U1**, **20.09.2010**. **RU 2214477 C2**, **20.10.2003**. **EP 1006211 B1**, **08.12.2004**. **JP 03-100157 A**, **25.04.1991**.

Адрес для переписки:

**350072, г.Краснодар, ул. Московская, 2,
 ГОУВПО "КубГТУ", отдел
 интеллектуальной и промышленной
 собственности, проректору по НиИД проф.
 М.Ю. Тамовой**

(72) Автор(ы):

**Русинов Петр Олегович (RU),
 Бледнова Жесфина Михайловна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное
 учреждение высшего профессионального
 образования "Кубанский государственный
 технологический университет " (ГОУВПО
 "КубГТУ") (RU)**

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ МАТЕРИАЛА С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области машиностроения и металлургии, а именно к вакуумным устройствам для получения покрытий из материалов с эффектом памяти формы на цилиндрической поверхности деталей. Установка содержит раму с размещенными на ней вакуумной камерой, механизмом закрепления детали с патроном и задней бабкой, механизмом вращения детали, и плазмотроном с механизмом его продольного перемещения, механизм подачи порошкового материала с эффектом памяти формы, первый пирометр для измерения температуры детали перед фронтом плазменной дуги, управляющее устройство, приспособление для поверхностно-пластического деформирования (ППД) детали для формирования наноструктурированного слоя, второй пирометр, понижающий трансформатор, газопламенную горелку для

газопламенного напыления, технологический модуль для ионной очистки обрабатываемой детали с источником питания и устройство для охлаждения поверхности детали. Газопламенная горелка и приспособление для ППД размещены на механизме продольного перемещения плазмотрона, при этом горелка установлена под углом 45° или 90° к поверхности детали. Плюс источника питания технологического модуля ионной очистки соединен с корпусом вакуумной камеры, а его минус - с задней бабкой механизма закрепления детали. Второй пирометр установлен в зоне ППД и связан с управляющим устройством, связанным с механизмами подачи порошкового материала и продольного перемещения плазмотрона и первым пирометром. Понижающий трансформатор соединен с приспособлением для ППД для обеспечения дополнительного

нагрева поверхности детали. Устройство для охлаждения связано с устройством продольного перемещения плазмотрона, который установлен на механизме

продольного перемещения под углом 46-50° к поверхности детали. Повышаются функциональные свойства и надежность покрытий деталей. 1 з.п. ф-лы, 1 ил., 2 пр.

R U 2 4 7 5 5 6 7 C 1

R U 2 4 7 5 5 6 7 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C23C 4/04 (2006.01)
C23C 4/14 (2006.01)
B23K 10/00 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2011125217/02, 17.06.2011**(24) Effective date for property rights:
17.06.2011

Priority:

(22) Date of filing: **17.06.2011**(45) Date of publication: **20.02.2013 Bull. 5**

Mail address:

**350072, g.Krasnodar, ul. Moskovskaja, 2,
GOUVPO "KubGTU", otdel intellektual'noj i
promyshlennoj sobstvennosti, prorektoru po NiID
prof. M.Ju. Tamovoj**

(72) Inventor(s):

**Rusinov Petr Olegovich (RU),
Blednova Zhesfina Mikhajlovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Kubanskij gosudarstvennyj tekhnologicheskij
universitet " (GOUVPO "KubGTU") (RU)**

(54) **PLANT FOR OBTAINING NANOSTRUCTURED COATINGS FROM MATERIAL WITH SHAPE MEMORY EFFECT ON CYLINDRICAL SURFACE OF PARTS**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: plant includes a frame with a vacuum chamber arranged on it, a mechanism for fastening of a part with a socket and a back poppet, a part rotation mechanism, and a plasmatron with mechanism of its longitudinal movement, a powder material supply mechanism with shape memory effect, the first pyrometer for temperature measurement of the part before the front of plasma arc, a control device, a device for surface-plastic deformation (SPD) of the part for formation of a nanostructured layer, the second pyrometer, a step-down transformer, a gas-flame burner for gas-flame spraying, a process module for ionic cleaning of the processed part with a power supply and a part surface cooling device. Gas-flame burner and device for SPD are arranged on longitudinal plasmatron movement

mechanism; at that, burner is installed at an angle of 45° or 90° to the part surface. Positive side of the power supply of the process module of ionic cleaning is connected to housing of vacuum chamber, and its negative side is connected to back poppet of the part fastening mechanism. The second pyrometer is installed in SPD zone and connected to the control device related to powder material supply mechanism and longitudinal plasmatron movement mechanism and the first pyrometer. Step-down transformer is connected to SPD device to provide an additional heating of the part surface. Cooling device is connected to longitudinal plasmatron movement device that is installed on the longitudinal movement mechanism at an angle of 46-50° to the part surface.

EFFECT: improving functional properties and reliability of the part coatings.

2 cl, 1 dwg, 2 ex

Изобретение относится к области машиностроения и металлургии, в частности к комбинированным способам получения покрытий и может быть использовано в частности для получения покрытий на деталях.

В настоящее время существуют следующие установки, для получения покрытий.

5 Известна установка для напыления покрытий, характеризующаяся тем, что содержит вакуумную камеру, распылители мишеней-катодов с анодными блоками, устройства для эвакуации и регулирования подачи газа, приспособление, на котором крепят держатели, и устройство для вращения приспособления. Держатели для
10 подложек вращаются в одном направлении, а приспособление вращается в другом направлении. Распылители мишеней-катодов расположены таким образом, что их осевые линии образуют угол не более 90° и смещены по высоте друг относительно друга. Внутренняя поверхность камеры снабжена ложными стенками. Держатели подложек выполнены в виде призм. Каждая грань призм прозрачна не менее чем
15 на 75%. Подложки и анодные блоки распылителей гальванически связаны между собой и с положительным электродом. Мишени-катоды и ложные стенки гальванически связаны с отрицательным электродом. Между приспособлением для крепления держателей и устройством для его вращения установлен экран,
20 гальванически изолированный от камеры. Устройство формирует упрочненные покрытия во всей поверхности подложек, включая и тыльную сторону (патент №2214477).

Недостатком этой установки является невозможность получения объемных покрытий (толщиной более 100 мкм), сложность получения покрытий нужного для
25 ЭПФ химического состава, следовательно, небольшая величина обратимой деформации менее 3%.

Также известна установка для комплексной ионно-плазменной обработки и нанесения покрытий, содержащая цилиндрическую вакуумную камеру с загрузочной
30 дверью, оснащенную фланцевыми соединениями для установки технологических модулей, вакуум-провода, вакуумных насосов и вакуумных вводов, поворотное приспособление для размещения обрабатываемых изделий, технологические модули, систему подачи газов, откачную систему, источники питания и блок управления, источники ускоренных ионов металлов и газов, протяженный вакуумно-дуговой
35 генератор металлической плазмы, протяженный дуальный магнетрон, протяженный генератор газовой плазмы, причем вакуумная камера выполнена из немагнитной нержавеющей стали размерами: диаметр от 900 мм до 1000 мм, высота от 1300 мм до 1400 мм, а поворотное приспособление для размещения обрабатываемых изделий
40 выполнено с возможностью размещения длинномерных изделий (патент №97730). Недостатком этой установки является невозможность получения объемных покрытий (толщиной более 10 мкм). Сложность получения покрытий нужного для ЭПФ химического состава.

Наиболее близкой является установка для получения наноструктурированных
45 покрытий деталей с цилиндрической поверхностью с эффектом памяти формы, содержащая механизмы закрепления и вращения деталей, продольного перемещения плазмотрона, расположенного на раме, подачи порошкового материала с эффектом памяти формы, управляющее устройство, связанное с механизмами подачи
50 порошкового материала, перемещения плазмотрона и пирометром для измерения температуры детали перед фронтом плазменной дуги, приспособление для поверхностно-пластического деформирования поверхности деталей для получения наноструктурированного слоя, установленным на механизме продольного

перемещения плазмотрона, второй пирометр, установленный в зоне поверхностно-пластического деформирования и связанный с управляющим устройством, понижающий трансформатор, соединенный с приспособлением для поверхностно-пластического деформирования для дополнительного нагрева поверхности детали и устройства для охлаждения поверхности детали связанного с устройством перемещения плазмотрона, причем плазмотрон установлен на механизме продольного перемещения под углом 46-50° к поверхности детали. Приспособление для поверхностно-пластического деформирования содержит 3 ролика для обжатия поверхности деталей. Устройство для охлаждения поверхности детали выполнено в виде двух емкостей, заполненных жидким азотом, расположенным по краям обрабатываемой детали (патент №2402628). В результате напыления устраняются недостатки аналогов, увеличивается толщина слоя покрытия.

Недостатком этой установки является невозможность получения качественных покрытий без содержания избыточных (интерметаллидных) фаз, вследствие низкая степень восстановления формы, небольшая прочность сцепления покрытия с подложкой.

Задачей изобретения является получение на поверхности деталей наноструктурированного покрытия с эффектом памяти формы.

Техническим результатом является повышение функциональных свойств и надежности покрытий деталей, таких как величина обратимой деформации, прочность сцепления покрытия с подложкой.

Поставленная задача решается предложенной установкой для получения наноструктурированных покрытий из материала с эффектом памяти формы на цилиндрической поверхности деталей, содержащая раму с размещенными на ней механизмом закрепления детали с патроном и задней бабкой, механизмом вращения детали, и плазмотроном с механизмом его продольного перемещения, механизм подачи порошкового материала с эффектом памяти формы, первый пирометр для измерения температуры детали перед фронтом плазменной дуги, управляющее устройство, связанное с механизмами подачи порошкового материала и продольного перемещения плазмотрона и первым пирометром, приспособление для поверхностно-пластического деформирования детали для формирования наноструктурированного слоя, установленное на механизме продольного перемещения плазмотрона, второй пирометр, установленный в зоне поверхностно-пластического деформирования и связанный с управляющим устройством, соединенный с приспособлением для поверхностно-пластического деформирования детали, понижающий трансформатор, обеспечивающий дополнительный нагрев поверхности детали, и устройство для охлаждения поверхности детали, связанное с устройством продольного перемещения плазмотрона, при этом плазмотрон установлен на механизме продольного перемещения под углом 46-50° к поверхности детали. Установка, дополнительно содержит вакуумную камеру, соединенную с вакуумным насосом, газопламенную горелку для газопламенного напыления и технологический модуль для ионной очистки обрабатываемой детали с источником питания, при этом вакуумная камера установлена на раме, газопламенная горелка размещена на механизме продольного перемещения плазмотрона и установлена под углом 45° или 90° к поверхности детали, «плюс» источника питания технологического модуля ионной очистки соединен с корпусом вакуумной камеры, а его «минус» соединен с задней бабкой механизма закрепления детали. Вакуумная камера выполнена с водяной рубашкой охлаждения.

Повышение функциональных свойств и надежности покрытий с ЭПФ

обеспечивается за счет получения наноструктурного состояния покрытия при использовании газопламенного и плазменного напыления с последующим поверхностно-пластическим деформированием (ППД). За счет использования технологического модуля производится ионная очистка обрабатываемой детали, способствующая увеличению прочности сцепления покрытий с ЭПФ с подложкой. При использовании вакуумной камеры (вакуума) совместно с плазменным и газопламенным напылением формируются качественные покрытия без содержания оксидных включений (фаз), приводящих к снижению ЭПФ, соответственно и функциональных свойств.

На фиг.1 представлена установка для получения наноструктурированных покрытий из материала с эффектом памяти формы на цилиндрической поверхности деталей.

Установка состоит из следующих конструктивных элементов: блока управления 1, источника питания 2, понижающего трансформатора 3, патрона 4 для закрепления детали 16 с цилиндрической поверхностью, трехроликового приспособления 5 для поверхностно-пластического деформирования полученного покрытия с получением наноструктурированного слоя с эффектом памяти формы, плазматрона 6, устройства для перемещения 7 плазматрона, устройства 8 для охлаждения цилиндрической детали, выполненного в виде двух емкостей, заполненных жидким азотом, порошкового дозатора 9, пирометров 10 для измерения температуры, плазмообразующих газов 11, задней бабки 12, электродвигателя 13, шкивов 14 для передачи крутящего момента от электродвигателя 13 на патрон 4, рамы 15 и упрочняемой цилиндрической детали 16, вакуумной камеры 17, газопламенной горелки для высокоскоростного газопламенного напыления 18, вакуумного насоса 19, технологического модуля 20 для ионной очистки поверхностей деталей 16, смотровых окон 21.

Установка работает следующим образом:

Упрочняемая цилиндрическая деталь 16 устанавливается в патроне 4 и в задней бабке 12, закрепленных на раме 15. С помощью вакуумного насоса 19 производится откачка вакуумной камеры 17 до давления $6,5 \cdot 10^{-3}$ - $6,8 \cdot 10^{-3}$ Па. Далее осуществляется заполнение вакуумной камеры аргоном до давления $0,07 \div 0,6$ Па, при помощи технологического модуля 20 производится ионная очистка упрочняемой цилиндрической детали 16. Посредством электродвигателя 13 шкивов 14 системе придается вращательное движение. При помощи источника питания 2 и блока управления 1 производится включение устройства для перемещения плазматрона 6 и поджиг плазменной и высокоскоростной газопламенной дуги, также происходит включение порошкового дозатора 9 для подачи порошка с эффектом памяти формы в плазменную и газопламенную струю. Измерение температуры упрочняемой детали перед фронтом плазменной дуги и в зоне поверхностно-пластического деформирования производится пирометрами 10. На устройстве для перемещения 7 плазматрона 6 и газопламенной горелки 18 закреплено трехроликовое приспособление 5 для поверхностно-пластического деформирования покрытия с эффектом памяти формы сразу после плазменного и высокоскоростного газопламенного напыления. Напыление покрытия производится плазматроном 6 и газопламенной горелкой 18, расположенным под углом $45, 90^\circ$. На устройстве для перемещения 7 плазматрона 6 и газопламенной горелки 18 устанавливается приспособление 8 для подачи жидкого азота с целью охлаждения детали с покрытием с эффектом памяти формы в случае отрицательного интервала температур мартенситного превращения при поверхностно-пластическом деформировании

трехроликовым приспособлением. Поверхностно-пластическое деформирование трехроликовым приспособлением сразу же после высокоскоростного газопламенного и плазменного напыления осуществляется в два этапа, на первом этапе оно производится в интервале температур 900-1100°C, на втором в интервале температур мартенситных превращений (M_s - M_f). В случае охлаждения детали с покрытием с эффектом памяти формы после плазменного напыления до температуры менее 750°C дополнительно имеется понижающий трансформатор 3 для разогрева детали до данной температуры.

Пример 1.

Упрочняемая цилиндрическая деталь 16 из стали 45 устанавливается в патроне 4 и в задней бабке 12, закрепленных на раме 15. С помощью вакуумного насоса 19 производится откачка вакуумной камеры 17 до давления $6,5 \cdot 10^{-3}$ Па. Далее осуществляется заполнение вакуумной камеры аргоном до давления 0,15 Па, при помощи технологического модуля 20 производится ионная очистка упрочняемой цилиндрической детали 16. Посредством электродвигателя 13 шкивов 14 системе придается вращательное движение. При помощи источника питания 2 и блока управления 1 производится включение устройства для перемещения плазматрона 6 и поджиг плазменной и высокоскоростной газопламенной дуги, также происходит включение порошкового дозатора 9 для подачи порошка ПН55Т45 с эффектом памяти формы в плазменную и газопламенную струю. Измерение температуры упрочняемой детали перед фронтом плазменной дуги и в зоне поверхностно-пластического деформирования производится пирометрами 10. На устройстве для перемещения 7 плазматрона 6 и газопламенной горелки 18 закреплено трехроликовое приспособление 5 для поверхностно-пластического деформирования покрытия $Ni_{49,8}Ti_{50,2}$ с эффектом памяти формы сразу после плазменного и высокоскоростного газопламенного напыления. Напыление покрытия производится плазматроном 6 и газопламенной горелкой 18, расположенным под углом 90°. На устройстве для перемещения 7 плазматрона 6 и газопламенной горелки 18 устанавливается приспособление 8 для подачи жидкого азота с целью охлаждения детали с покрытием с эффектом памяти формы в случае отрицательного интервала температур мартенситного превращения при поверхностно-пластическом деформировании трехроликовым приспособлением. Поверхностно-пластическое деформирование трехроликовым приспособлением сразу же после высокоскоростного газопламенного и плазменного напыления осуществляется в два этапа, на первом этапе оно производится при температуре 900°C, на втором в интервале температур мартенситных превращений (M_s - M_f). В случае охлаждения детали с покрытием с эффектом памяти формы после плазменного напыления до температуры менее 750°C дополнительно имеется понижающий трансформатор 3 для разогрева детали до данной температуры.

При получении покрытий на установке, взятой в качестве прототипа: величина обратимой деформации для сплава TiNi составила 5,7%, прочность сцепления TiNi покрытия с подложкой 59,7 МПа; на предложенной установке: величина обратимой деформации для сплава TiNi составила 7,13%, прочность сцепления TiNi покрытия с подложкой 93,5 МПа.

Пример 2.

Упрочняемая цилиндрическая деталь 16 устанавливается в патроне 4 и в задней бабке 12, закрепленных на раме 15. С помощью вакуумного насоса 19 производится откачка вакуумной камеры 17 до давления $6,8 \cdot 10^{-3}$ Па. Далее осуществляется

пластического деформирования и связанный с управляющим устройством, соединенный с приспособлением для поверхностно-пластического деформирования детали понижающий трансформатор, обеспечивающий дополнительный нагрев поверхности детали, и устройство для охлаждения поверхности детали, связанное с устройством продольного перемещения плазмотрона, при этом плазмотрон установлен на механизме продольного перемещения под углом 46-50° к поверхности детали, отличающаяся тем, что она дополнительно содержит вакуумную камеру, соединенную с вакуумным насосом, газопламенную горелку для газопламенного напыления и технологический модуль для ионной очистки обрабатываемой детали с источником питания, при этом вакуумная камера установлена на раме, газопламенная горелка размещена на механизме продольного перемещения плазмотрона и установлена под углом 45° или 90° к поверхности детали, «плюс» источника питания технологического модуля ионной очистки соединен с корпусом вакуумной камеры, а его «минус» соединен с задней бабкой механизма закрепления детали.

2. Установка по п.1, отличающаяся тем, что вакуумная камера выполнена с водяной рубашкой охлаждения.

20

25

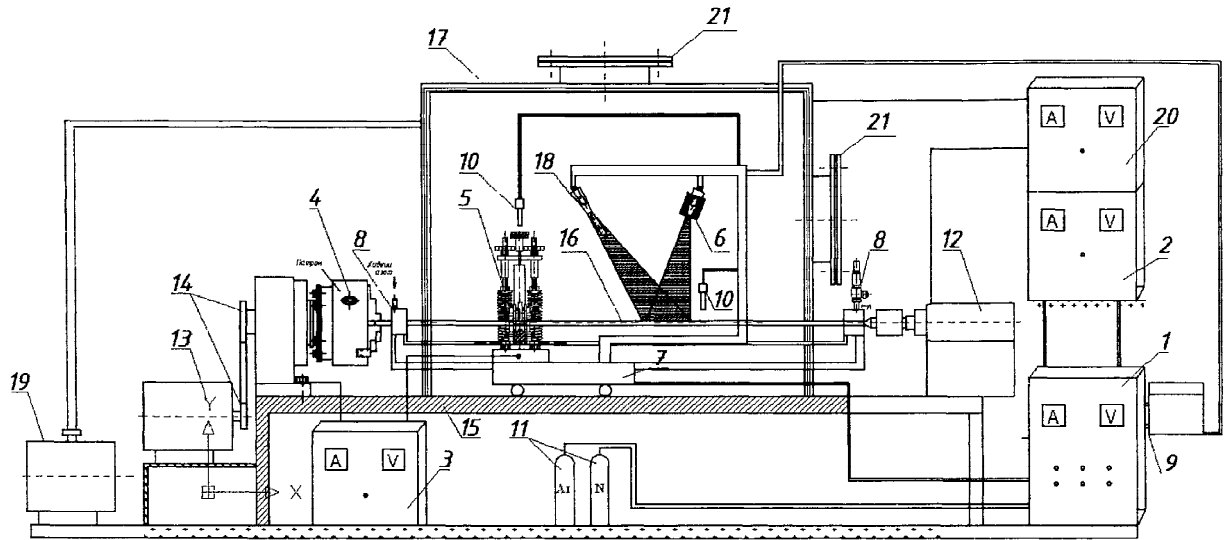
30

35

40

45

50



Фиг. 1