



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21), (22) Заявка: 2006141982/02, 27.11.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.11.2006

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2008

(45) Опубликовано: 27.04.2009 Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2190695 C2, 10.10.2002. RU 2181788 C1,  
27.04.2002. RU 2195515 C2, 27.12.2002. SU  
1674585 A1, 15.05.1993. RU 2235149 C1,  
27.08.2004. JP 2004026145 A, 01.04.2004. US  
5467928 A, 21.11.1995. JP 2003021309 A,  
24.01.2003.

Адрес для переписки:

630090, г.Новосибирск, ул. Институтская, 4/1,  
ИТПМ СО РАН

(72) Автор(ы):

Алхимов Анатолий Павлович (RU),  
Косарев Владимир Федорович (RU),  
Клишков Сергей Владимирович (RU),  
Лаврушин Виктор Владимирович (RU),  
Сова Алексей Александрович (RU),  
Бернар Лаже (FR),  
Филипп Бертран (FR),  
Игорь Смуров (FR)

(73) Патентообладатель(и):

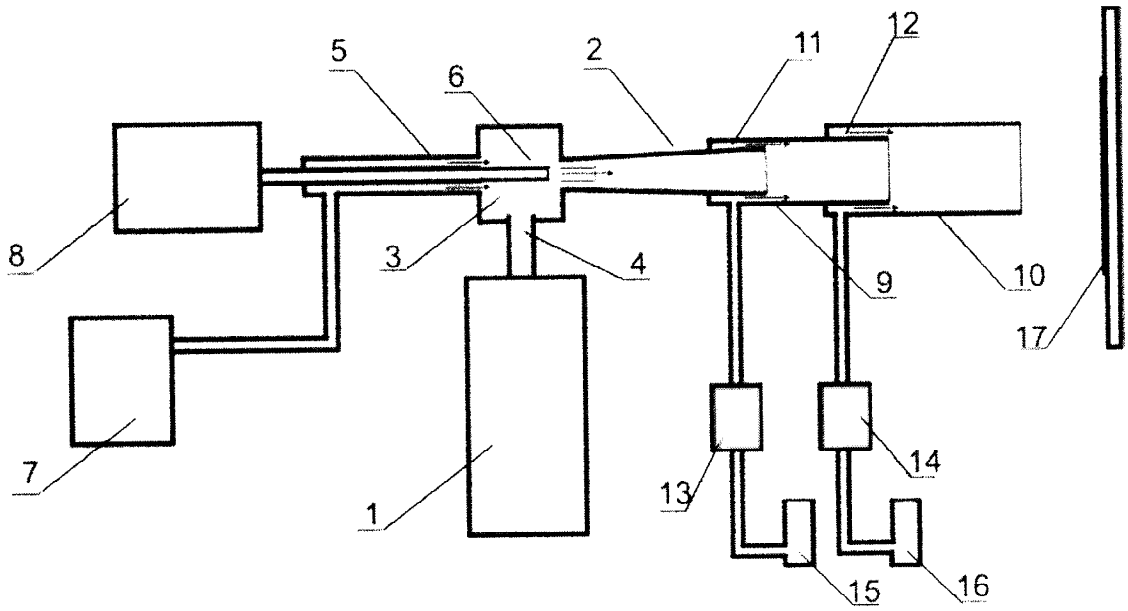
Институт теоретической и прикладной  
механики им. С.А. Христиановича СО РАН  
(ИТПМ СО РАН) (RU)**(54) СПОСОБ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И  
УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу газодинамического напыления порошковых материалов и устройству для его реализации и может быть использовано в машиностроении для получения покрытий, придающих различные свойства обрабатываемым поверхностям. Способ включает подачу порошковых материалов с различными свойствами одновременно через различные узлы подачи порошковых материалов в сверхзвуковую часть сопла и обеспечение оптимального режима напыления каждому порошковому материалу. Основной узел подачи порошковых материалов выполнен с возможностью раздельной подачи различных порошковых материалов одновременно в дозвуковую и/или сверхзвуковую части сопла. Дополнительные узлы подачи выполнены в

виде сменных элементов, размещенных соосно вдоль сверхзвуковой части сопла один за другим с возможностью телескопического перемещения относительно друг друга и сверхзвукового сопла. Первый дополнительный узел смонтирован на выходе сверхзвукового сопла с зазором относительно его внешней стенки и с образованием кольцевого канала для подачи порошкового материала, а последующие узлы смонтированы с зазором относительно внешних стенок друг друга, так что каждый последующий дополнительный узел образует с предыдущим кольцевой канал для подачи порошковых материалов. В результате достигается расширение функциональных и технологических возможностей способа и устройства. 2 н. и 4 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2353705 C2



RU 2353705 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*C23C 24/04* (2006.01)  
*B05B 7/06* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006141982/02, 27.11.2006**

(24) Effective date for property rights:  
**27.11.2006**

(43) Application published: **10.06.2008**

(45) Date of publication: **27.04.2009 Bull. 12**

Mail address:  
**630090, g.Novosibirsk, ul. Institutskaja, 4/1,  
ITPM SO RAN**

(72) Inventor(s):  
**Alkhimov Anatolij Pavlovich (RU),  
Kosarev Vladimir Fedorovich (RU),  
Klinkov Sergej Vladimirovich (RU),  
Lavrushin Viktor Vladimirovich (RU),  
Sova Aleksej Aleksandrovich (RU),  
Bernar Lazhe (FR),  
Filipp Bertran (FR),  
Igor' Smurov (FR)**

(73) Proprietor(s):  
**Institut teoreticheskoy i prikladnoj mekhaniki  
im. S.A. Khristianovicha SO RAN (ITPM SO  
RAN) (RU)**

**(54) METHOD OF GAS-DYNAMIC SPUTTERING OF POWDER MATERIALS AND FACILITY FOR ITS REALISATION**

(57) Abstract:

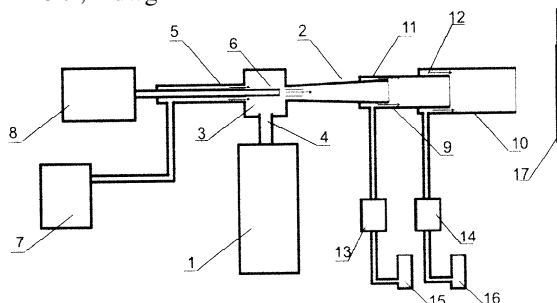
FIELD: metallurgy.

SUBSTANCE: invention relates to method of gas-dynamic sputtering of powder materials and facility for its realisation and can be used in mechanical engineering for receiving of plating imparting various properties to processing surfaces. Method includes feeding of powder materials with different properties simultaneously through different drive assemblies of powder materials into supersonic part of nozzle and providing of optimum sputtering mode to each powder material. Main drive unit of powder materials is implemented with the ability of separate feeding of different powder materials simultaneously into subsonic and/or supersonic parts of nozzle. Additional drive assemblies are implemented in the form of throw away member located co-axial lengthwise supersonic part of nozzle one after another with ability of telescopic movement relative to each other and supersonic nozzle. The

first additional assembly is mounted in outlet of supersonic nozzle with clearance relative to its external wall and with formation of annular channel for feeding of powder material, and following assemblies are mounted with clearance relative to external walls of each other so that each following additional assembly forms with preceding annular channel for feeding of powder materials.

EFFECT: broadening of functional and manufacturing capability of the method and facility.

6 cl, 1 dwg



RU 2 3 5 3 7 0 5 C 2

RU 2 3 5 3 7 0 5 C 2

Способ и устройство газодинамического напыления порошковых материалов могут быть использованы в машиностроении и других отраслях промышленности для получения покрытий, придающих различные свойства обрабатываемым поверхностям.

5 Известен способ газодинамического напыления, реализованный в устройстве /1/, которое включает источник сжатого газа, дозатор порошка, узел подогрева рабочего газа, смесительную форкамеру и сверхзвуковое сопло. В данном устройстве технология напыления реализуется следующим образом. Сжатый газ поступает в дозатор порошка и в узел подогрева газа, нагревается и подается в смесительную  
10 форкамеру. Далее газ поступает в сверхзвуковое сопло, где ускоряется до необходимой (заданной) скорости. Газопорошковую смесь вводят в смесительную форкамеру, оттуда она поступает в сверхзвуковое сопло, ускоряющее частицы порошка. На выходе из сверхзвукового сопла частицы порошка с заданной скоростью и концентрацией соударяются с напыляемой поверхностью, образуя покрытие.

15 Недостатком этого технического решения является то, что ввод напыляемого порошка можно осуществить только в докритическую область сверхзвукового сопла. Это приводит к тому, что отсутствует возможность регулирования в широких диапазонах параметров течения двухфазного потока. Недостатком также является то,  
20 что при нанесении многокомпонентных покрытий отсутствует возможность раздельной подачи компонентов в сверхзвуковое сопло одновременно по времени. Возможно нанесение многокомпонентных покрытий только из предварительно приготовленных механических смесей различных порошков. Это не позволяет создать условия напыления, оптимальные одновременно для двух и более порошков,  
25 имеющих существенно различные свойства.

Известно изобретение по патенту /2/ «Устройство газодинамического напыления порошковых материалов», взятое за прототип, в котором возможен ввод газопорошковой смеси в докритическую или закритическую часть сверхзвукового  
30 сопла, что позволяет варьировать параметры процесса напыления.

Недостатком данного устройства является то, что нанесение многокомпонентных покрытий в нем также возможно только из предварительно приготовленных механических смесей различных порошков. Однако в этом случае невозможно  
35 обеспечить оптимальные параметры напыления одновременно для различных порошков. Возможна поочередная подача различных порошков через один и тот же узел подачи порошка. Однако в таком случае можно получить только многослойные покрытия, а не многокомпонентные с равномерным распределением компонентов в покрытии.

40 Задачей данного технического решения является расширение функциональных и технологических возможностей способа и устройства, в том числе нанесение многокомпонентных покрытий в оптимальном для всех компонентов смеси режиме.

Поставленная задача решается благодаря тому, что в предлагаемом способе газодинамического напыления порошковых материалов, который включает подачу  
45 порошкового материала через основной узел подачи в сверхзвуковое сопло, ускорение его нагретым газовым потоком и нанесение на поверхность изделия, порошковые материалы с различными свойствами подают одновременно через различные узлы подачи порошковых материалов в дозвуковую и/или сверхзвуковую части сопла и обеспечивают оптимальный режим напыления каждому порошковому материалу.  
50

Устройство для реализации предложенного способа газодинамического напыления порошковых материалов, содержит электронагреватель сжатого газа и сверхзвуковое сопло, соединенное с выходом электронагревателя и основным узлом подачи

порошкового материала в сверхзвуковое сопло, дозатор порошков, выход которого соединен с основным узлом подачи порошкового материала в сопло. Сверхзвуковое сопло содержит основной узел подачи порошковых материалов, выполненный с  
5 возможностью раздельной подачи различных порошковых материалов одновременно в дозвуковую и/или сверхзвуковую части сопла. Устройство снабжено  
дополнительными узлами подачи различных порошковых материалов в  
сверхзвуковую часть сопла, которые выполнены в виде сменных элементов,  
размещенных соосно вдоль сверхзвуковой части сопла один за другим. Первый  
10 дополнительный узел смонтирован на выходе сверхзвукового сопла с зазором относительно его внешней стенки, с образованием кольцевого канала для подачи порошкового материала, а последующие узлы смонтированы с зазором относительно  
внешних стенок друг друга, так что каждый последующий дополнительный узел  
образует с предыдущим кольцевой канал для подачи порошковых материалов и  
15 содержит электронагреватель и порошокпитатель. Дополнительные узлы подачи порошковых материалов установлены с возможностью телескопического перемещения относительно друг друга и сверхзвукового сопла.

Кольцевые каналы дополнительных узлов подачи порошковых материалов  
20 выполнены в поперечном сечении любой геометрической формы, например круглой, овальной, прямоугольной или щелевидной.

Дополнительные узлы подачи порошковых материалов выполнены с постоянным или переменным внутренним поперечным сечением.

Предлагаемые способ и устройство газодинамического напыления порошковых  
25 материалов благодаря конструктивному решению позволяют создать условия напыления, оптимальные одновременно для двух и более порошков, имеющих существенно различные свойства.

Указанные признаки не выявлены в других технических решениях при изучении  
30 уровня данной области техники и, следовательно, решение является новым и имеет изобретательский уровень.

На чертеже приведена схема устройства.

Устройство для газодинамического напыления порошковых материалов состоит из  
35 электронагревателя сжатого газа 1, сверхзвукового сопла 2 с форкамерой 3, узла ввода рабочего газа 4, основного узла подачи газопорошковой смеси, выполненного с возможностью раздельной подачи порошковых материалов в дозвуковые части 5 и 6 или в дозвуковую 5 и сверхзвуковую 2 части сопла и с помощью гибкого пневмопровода соединенного с дозаторами порошков 7 и 8. Сверхзвуковое сопло 2  
40 содержит дополнительные узлы 9, 10 подачи порошковых материалов с различными свойствами в сверхзвуковую часть сопла. Дополнительные узлы подачи порошкового материала (один и более) 9, 10, выполнены в виде сменных элементов, размещенных по оси сверхзвуковой части сопла один за другим, при этом первый дополнительный узел смонтирован на выходе сверхзвукового сопла с зазором относительно внешней  
45 стенки сопла, с образованием кольцевого канала 11 для подачи порошкового материала, а последующие узлы смонтированы с зазором относительно внешних стенок друг друга, так что каждый последующий дополнительный узел образует с предыдущим кольцевой канал 12 для подачи порошкового материала. При этом  
50 дополнительные узлы 9, 10 подачи порошковых материалов установлены с возможностью телескопического перемещения относительно друг друга и сверхзвукового сопла. Кольцевые каналы 11, 12 дополнительных узлов подачи порошковых материалов могут быть выполнены любой геометрической формы в

поперечном сечении, например круглой, овальной, прямоугольной или щелевидной. Каждый дополнительный узел 9, 10 подачи порошкового материала содержит электронагреватель 13, 14 и дозаторы порошков 15, 16. Дополнительные узлы подачи порошковых материалов могут быть выполнены с постоянным или переменным  
5 внутренним сечением.

Способ реализуется следующим образом.

Рабочий газ из нагревателя 1 через узел ввода рабочего газа 4 подают в форкамеру 3 сверхзвукового сопла 2. С помощью пульта управления (не показано)  
10 задают в форкамере 3 требуемые давление и температуру рабочего газа, который, проходя по сверхзвуковому соплу 2, ускоряется до сверхзвуковой скорости. Из дозаторов порошка 7 и 8 через основной узел подачи порошковых материалов, выполненный с возможностью раздельной подачи порошков в дозвуковую 5, 6 и/или  
15 сверхзвуковую часть сопла 2, подают газопорошковую смесь. Из дозаторов порошка 15, 16 подают газопорошковые смеси различных материалов, которые, проходя через электронагреватели 13, 14, нагреваются до требуемой температуры и через кольцевые каналы 11, 12 дополнительных узлов подачи подаются в  
20 сверхзвуковую часть сопла. Далее идет процесс турбулентного смешения потоков, и на выходе образуется многокомпонентный газопорошковый поток, который направляется на подложку 17, и наносится многокомпонентное покрытие.

Техническое решение имеет следующие преимущества.

Конструктивные особенности устройства позволяют реализовать предложенный способ, а именно одновременную подачу порошковых материалов с различными  
25 свойствами через раздельные узлы подачи порошковых материалов. Это, в свою очередь, позволяет производить настройку режима напыления многокомпонентных покрытий в зависимости от класса используемых порошков. Предложенный способ улучшает качество покрытий и позволяет наносить многокомпонентные покрытия из  
30 материалов, существенно различающихся по своим физико-техническим свойствам.

Возможность телескопического перемещения дополнительных узлов подачи относительно сверхзвукового сопла и относительно друг друга позволяет менять длину зоны турбулентного смешения потоков и, тем самым, оптимизировать  
35 параметры напыления для различных порошков.

Выбирая кольцевые каналы дополнительных узлов подачи порошковых материалов с той или иной формой поперечного сечения (круглая, эллипсовидная и  
40 прямоугольная), можно оптимизировать процесс напыления под выполнение конкретных задач. Например, если необходимо наносить покрытие на большие площади, используют дополнительные узлы подачи порошковых материалов с эллипсовидной или прямоугольной формой поперечного сечения. Если необходимо наносить покрытие на локальные участки поверхности, используют дополнительные узлы подачи порошковых материалов с круговой формой поперечного сечения.

Использование отдельных электронагревателя и дозатора порошков для каждого  
45 дополнительного узла подачи порошковых материалов позволяет индивидуально подбирать параметры, оптимальные для каждого компонента смеси. В итоге это приводит к повышению качества напыляемых покрытий.

Использование дополнительных узлов подачи порошковых материалов, выполненных с постоянным или переменным сечением, позволяет расширить  
50 диапазон, применения способа напыления.

Источники информации

1. Патент РФ № 1674585, МКИ C23C 26/00, 1989.

2. Патент № 2190695, МПК C23C 24/04, 2000 - прототип.

### Формула изобретения

5 1. Способ газодинамического напыления порошковых материалов, включающий подачу порошкового материала через узел подачи в сверхзвуковое сопло, ускорение его нагретым газовым потоком и нанесение на поверхность изделия, отличающийся тем, что порошковые материалы с различными свойствами подают одновременно  
10 через различные узлы подачи порошковых материалов в сверхзвуковую часть сопла и обеспечивают оптимальный режим напыления каждому порошковому материалу.

2. Устройство для газодинамического напыления порошковых материалов, содержащее электронагреватель сжатого газа, сверхзвуковое сопло, соединенное с выходом электронагревателя и основным узлом подачи в него порошкового  
15 материала, дозатор порошкового материала, выход которого соединен с узлом подачи порошкового материала в сопло, отличающееся тем, что оно снабжено дополнительными узлами подачи различных порошковых материалов в сверхзвуковую часть сопла, а основной узел подачи порошковых материалов  
20 выполнен с возможностью раздельной подачи различных порошковых материалов одновременно в дозвуковую и/или сверхзвуковую части сопла, при этом дополнительные узлы подачи различных порошковых материалов выполнены в виде сменных элементов, размещенных соосно вдоль сверхзвуковой части сопла один за другим, причем первый дополнительный узел смонтирован на выходе сверхзвукового  
25 сопла с зазором относительно его внешней стенки и с образованием кольцевого канала для подачи порошкового материала, а последующие узлы смонтированы с зазором относительно внешних стенок друг друга, так что каждый последующий дополнительный узел образует с предыдущим кольцевой канал для подачи порошковых материалов и содержит электронагреватель и порошковый питатель,  
30 причем дополнительные узлы подачи порошковых материалов установлены с возможностью телескопического перемещения относительно друг друга и сверхзвукового сопла.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что кольцевые каналы дополнительных  
35 узлов подачи порошковых материалов выполнены в поперечном сечении любой геометрической формы, например круглой, овальной, прямоугольной или щелевидной.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что каждый дополнительный узел подачи порошковых материалов содержит электронагреватель и порошковый питатель.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что дополнительные узлы подачи  
40 порошковых материалов выполнены с постоянным внутренним поперечным сечением.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что дополнительные узлы подачи порошковых материалов выполнены с переменным внутренним поперечным сечением.

45

50