



МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(51) Международная классификация изобретения⁷: C23C 24/04, B09D 19/00	A1	(11) Номер международной публикации: WO 00/28110 (43) Дата международной публикации: 18 мая 2000 (18.05.00)
(21) Номер международной заявки PCT/RU99/00262 (22) Дата международной подачи: 29 июля 1999 (29.07.99) (30) Данные о приоритете: 98119848 5 ноября 1998 (05.11.98) RU (71) (72) Заявитель и изобретатель: ДИКУН Юрий Вениаминович [RU/RU]; 127018 Москва, ул. Октябрьская, д. 38, корп. 7, кв. 204 (RU) [DIKUN, Jury Veniaminovich, Moscow (RU)]. (74) Агент: ВСЕСОЮЗНЫЙ ЦЕНТР ПАТЕНТНЫХ УСЛУГ «ПАТИС»; 117279 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 55а (RU) [ALL-UNION CENTRE OF PATENT SERVICES «PATIS», Moscow (RU)].		(81) Указанные государства: AT, AU, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, EE, ES, FI, GB, HU, IL, IN, JP, KR, KZ, LV, PL, PT, SE, SK, TR, UA, US, европейский патент (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Опубликована <i>С отчётом о международном поиске.</i>
(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A COATING MADE OF POWDERED MATERIALS AND DEVICE FOR REALISING THE SAME (54) Название изобретения: СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ИЗ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ (57) Abstract The purpose of the present invention is to improve the physical and chemical properties of a coating made of various powdered materials and to improve the application process efficiency. This method is characterised in that, before supplying a gas-powder mixture to the acceleration nozzle, said mixture is previously accelerated to a predetermined speed using a gas which is inert relative to the starting powdered material, and further fed into the core of the working-gas acceleration flow. The device includes a pulverisation unit in the form of a supersonic acceleration nozzle comprising a linear section, at its outlet, which turns into a curved-surface section. The device also includes an intermediate supersonic nozzle which is arranged coaxially relative to the acceleration nozzle and is capable of reciprocating movement in the subsonic portion thereof.		

(54) Реферат

Изобретение позволяет улучшить физико-химические свойства покрытия из различных порошковых материалов и увеличить эффективность процесса его нанесения. Особенностью способа является то, что перед подачей газопорошковой смеси в разгонное сопло ее предварительно ускоряют инертным, по отношению к исходному порошковому материалу, газом до определенной скорости, а затем вводят в ядро ускоряющего потока рабочего газа. Устройство содержит распыляющий узел в виде разгонного сверхзвукового сопла, имеющего на выходе линейный участок, переходящий в участок с криволинейной поверхностью и промежуточное сверхзвуковое сопло, установленное соосно с разгонным соплом и возможностью поступательного перемещения в его дозвуковой части.

ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

Коды, используемые для обозначения стран-членов РСТ на титульных листах брошюр, в которых публикуются международные заявки в соответствии с РСТ.

AL	Албания	ES	Испания	LS	Лесото	SK	Словакия
AM	Армения	FI	Финляндия	LT	Литва	SN	Сенегал
AT	Австрия	FR	Франция	LU	Люксембург	SZ	Свазиленд
AU	Австралия	GA	Габон	LV	Латвия	TD	Чад
AZ	Азербайджан	GB	Великобритания	MC	Монако	TG	Того
BA	Босния и Герцеговина	GE	Грузия	MD	Республика Молдова	TJ	Таджикистан
BB	Барбадос	GH	Гана	MG	Мадагаскар	TM	Туркменистан
BE	Бельгия	GN	Гвинея	MK	бывшая югославская Республика Македония	TR	Турция
BF	Буркина-Фасо	GR	Греция	ML	Мали	TT	Тринидад и Тобаго
BG	Болгария	HU	Венгрия	MN	Монголия	UA	Украина
BJ	Бенин	IE	Ирландия	MR	Мавритания	UG	Уганда
BR	Бразилия	IL	Израиль	MW	Малави	US	Соединённые Штаты Америки
BY	Беларусь	IS	Исландия	MX	Мексика	UZ	Узбекистан
CA	Канада	IT	Италия	NE	Нигер	VN	Вьетнам
CF	Центрально-Африкан- ская Республика	JP	Япония	NL	Нидерланды	YU	Югославия
CG	Конго	KE	Кения	NO	Норвегия	ZW	Зимбабве
CH	Швейцария	KG	Киргизстан	NZ	Новая Зеландия		
CI	Кот-д'Ивуар	KP	Корейская Народно- Демократическая Рес- публика	PL	Польша		
CM	Камерун	KR	Республика Корея	PT	Португалия		
CN	Китай	KZ	Казахстан	RO	Румыния		
CU	Куба	LC	Сент-Люсия	RU	Российская Федерация		
CZ	Чешская Республика	LI	Лихтенштейн	SD	Судан		
DE	Германия	LK	Шри Ланка	SE	Швеция		
DK	Дания	LR	Либерия	SG	Сингапур		
EE	Эстония			SI	Словения		

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЯ ИЗ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Область техники

5 Изобретение относится к области нанесения и получения покрытий из порошковых материалов, а более точно касается способа получения покрытия из порошковых материалов и устройство для его осуществления.

Предшествующий уровень техники

10 Известен способ получения покрытия из порошковых материалов, включающий введение исходного порошкового материала в ускоряющий частицы материала газовый поток, формирование высокоскоростной газопорошковой струи и нанесение порошкового материала на поверхность изделия (Авторское свидетельство RU № 1618778 кл. С 23 С 4/00, 1991).

15 Недостатками этого способа являются: невозможность разогнать газовым потоком частицы материала покрытия до скоростей, близких к скорости ускоряющего их газа, и реализовать процесс формирования покрытия при относительно невысоких параметрах рабочего газа (воздуха) с давлением $P < 10 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$.

20 Указанные недостатки сужают технологические возможности способа и требуют значительных энергозатрат.

25 Известен также способ получения покрытия из порошковых материалов на поверхности изделия, материал которого выбран из группы, состоящей из металлов, сплавов или диэлектриков, включающий формирование ускоряющего потока рабочего газа-носителя, введение в него частиц порошкового материала, подачу полученной газопорошковой смеси в разгонное сверхзвуковое сопло и нанесение порошкового материала на поверхность изделия газовым потоком (Международная заявка WO 91/19016 кл. С 23 С 4/00, В 05 В 7/24, В 05 С 19/00, 1991).

30 Для осуществления этого способа используется устройство, содержащее распыливающий узел, выполненный в виде сверхзвукового сопла с дозвуковой сужающейся и сверхзвуковой частями и промежуточного сопла, средство подвода

сжатого рабочего газа-носителя и средство ввода газопорошковой смеси в распыливающий узел (Международная заявка WO 91/19016 кл. С 23 С 4/00, В 05 В 7/24, В 05 С 19/00, 1991).

Недостатками известного способа и устройства являются ограниченные
5 возможности получения качественного материала покрытия вследствие наличия на частицах используемых порошковых материалов поверхностной оксидной пленки и, как результат этого, наличие окислов в структуре материала покрытия, недостаточная эффективность процесса ускорения частиц вследствие их торможения в сжатом пристеночном слое газа у поверхности обрабатываемого изделия,
10 недостаточно высокие физико-химические свойства получаемых покрытий, ограниченные возможности управления скоростью газового потока и частицами порошкового материала, из которого формируется покрытие, наличие трения и торможения частиц вдоль стенок ускоряющего тракта сверхзвукового сопла, приводящих к снижению эффективности процесса нанесения покрытия и ресурса распыливающей системы. Известное устройство является достаточно сложным в
15 конструктивном выполнении. Указанные недостатки не позволяют получать покрытия с высокими физико-механическими свойствами, сужают технологические возможности получения качественного покрытия из порошковых материалов, а также не обеспечивают высокую эффективность процесса нанесения покрытия и
20 высокий ресурс распыливающей системы.

Раскрытие изобретения

В основе описываемого изобретения лежит задача создания способа получения покрытия из порошковых материалов и устройства для его осуществления, которые позволили бы расширить технологические возможности получения по-
25 крытий из различных порошковых материалов и их механических смесей, повысить физико-химические свойства получаемого материала покрытия, увеличить эффективность процесса нанесения и формирования покрытия, а также ресурс распыливающей системы.

Указанный технический результат достигается благодаря использованию
30 способа получения покрытия из порошковых материалов и устройства для его осуществления, сущность которых заключается в следующем.

В способе получения покрытия из порошковых материалов, включающем формирование ускоряющего потока рабочего газа-носителя, введение в него частиц порошкового материала, подачу полученной газопорошковой смеси в разгонное сверхзвуковое сопло и нанесение порошкового материала на поверхность изделия газовым потоком, предусматривается перед подачей газопорошковой смеси в разгонное сопло ее предварительное ускорение инертным по отношению к исходному порошковому материалу газом до скорости, определяемой числом $0,3 \leq M \leq 1,0$, где M — число Маха, и дополнительное ускорение путем ввода газопорошковой смеси в ядро ускоряющего потока рабочего газа-носителя, а перед нанесением порошкового материала покрытия на поверхность изделия предусматривается отделение порошковых частиц от газа. Формирование ускоряющего потока рабочего газа-носителя осуществляют по квадратичному закону изменения профиля площади разгонного сверхзвукового сопла. Этим обеспечивается возможность для более эффективного использования энергии газового потока.

Целесообразно осуществлять подачу газопорошковой смеси в разгонное сопло при суммарном расходе ускоряющего потока газа-носителя и инертного по отношению к порошковому материалу газа, устанавливаемом в соответствии с расчетным режимом разгонного сопла.

Способ предусматривает использование в качестве рабочего газа-носителя воздуха или смеси газов, а в качестве инертного по отношению к порошковому материалу газа берут газ или смесь газов, не вступающих в химическое взаимодействие с порошковыми компонентами этого материала.

Перед предварительным ускорением порошковый материал подвергают механической, электрохимической или химической обработке в инертной для исходного порошкового материала газовой среде и в потоке этой среды подают в питатель-дозатор.

Желательно в качестве инертного по отношению к порошковому материалу газа использовать газ с температурой $T \leq 300$ К.

Подача газопорошковой смеси в ядро ускоряющего потока из питатель-дозатора может быть осуществлена в импульсном режиме.

При нанесении порошкового материала на поверхность изделия последнее может подвергаться колебательному перемещению соосно набегающему двухфазному сверхзвуковому потоку.

Для повышения пластичности покрываемой поверхности изделие подвергают поверхностному нагреву.

В процессе нанесения покрытия на покрываемое изделие может быть подан потенциал, обратный по знаку заряда частицам, находящимся в двухфазном потоке газопорошковой смеси.

Сущность изобретения в части описываемого устройства заключается в том, что устройство для получения покрытий из порошковых материалов, содержащее распыливающий узел, выполненный в виде разгонного сверхзвукового сопла с дозвуковой сужающейся и сверхзвуковой частями и промежуточного сопла, средство подвода сжатого рабочего газа-носителя, средство ввода газопорошковой смеси в распыливающий узел и питатель-дозатор, снабжено средством подвода дополнительного сжатого инертного по отношению к порошковому материалу газа, промежуточное сопло выполнено сверхзвуковым с диаметром среза $d_{\text{ср}}$ меньше диаметра критического сечения $D_{\text{кр}}$ разгонного сопла и соосно установлено с возможностью поступательного перемещения в его дозвуковой сужающейся части, а разгонное сверхзвуковое сопло имеет на выходе своей сверхзвуковой части линейный участок, переходящий в участок с криволинейной поверхностью радиуса R .

Устройство предусматривает наличие узла для обработки порошкового материала с целью активации и очистки поверхности частиц материала покрытия, пульсатора газа, соединенного со средством ввода газопорошковой смеси, вибратора для сообщения колебаний покрываемому изделию и источника питания для подачи потенциала на изделие.

Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется конкретным примером выполнения и чертежами, на которых

фиг. 1 изображает общий вид устройства для получения покрытия из порошковых материалов;

фиг. 2 изображает распыливающий узел описываемого устройства со средством ввода газопорошковой смеси и разделения двухфазного потока на фракции.

Лучший вариант осуществления изобретения

Устройство содержит средство 1 подачи сжатого инертного по отношению к материалу покрытия (смеси порошковых компонентов) газа, запорный вентиль 2, узел 3 предварительной обработки порошкового материала для удаления оксидной пленки и активации частиц, узел 4 сбора оксидной пленки и мелкодисперсной фракции порошка, узел 5 подачи обработанного порошкового материала в питатель-дозатор 6, запорный вентиль 7, пульсатор 8 инертного по отношению к порошковому материалу газа, средство 9 подачи рабочего газа-носителя (например воздуха), систему 10 управления рабочим процессом нанесения покрытий, нагреватель 11 рабочего газа-носителя, узел 12 поступательного осевого перемещения промежуточного сверхзвукового сопла 13, камеру 14 выравнивания потока газа-носителя, центрирующую перфорируемую втулку 15, разгонное сверхзвуковое сопло 16 с линейным участком 17, переходящим в участок с криволинейной поверхностью 18 для изменения направления движения газового потока, средство 19 отвода газового потока от покрываемого изделия 20, средство крепления и вращения покрываемого изделия 21, узел 22 возвратно-поступательного перемещения покрываемого изделия, вибратор 23, источник 24 питания, патрубок 25 подачи газопорошковой смеси, патрубок 26 подачи рабочего газа-носителя.

Реализация работы описываемого способа и устройства осуществляется следующим образом.

Инертный по отношению к материалу покрытия (смеси порошковых компонентов) газ под давлением из средства 1 подачи при открытом запорном вентиле 2, поступает в узел 3 предварительной обработки порошкового материала покрытия, предварительно заполненный требуемым количеством порошка (смеси порошков). При включении в работу узла 3 предварительной обработки порошкового материала, в нем механическим либо другим способом удаляется оксидная пленка с поверхности частиц порошкового материала покрытия. Отходы предварительной обработки в виде частиц оксидной пленки и некалиброванной мелкодисперсной фракции порошка поступают в узел 4. Затем проводят активацию час-

тиц порошкового материала покрытия электромагнитным, термическим, химическим либо другим способом, зависящим от химического состава и физических свойств порошкового материала (смеси порошковых компонентов) покрытия. Активированные частицы посредством узла 5 подачи порошкового материала поступают в питатель-дозатор 6. После заполнения порошковым материалом и инертным по отношению к нему газом питателя-дозатора 6 производят отключение узлов 3, 4, 5 и закрывают запорный вентиль 2, прекращая подачу инертного по отношению к порошковому материалу газа.

Для процесса получения покрытия из порошковых материалов рабочий газ-носитель (например воздух, азот) под давлением из средства 9 подачи подают в систему 10 управления рабочим процессом нанесения покрытий, где давление понижают до требуемого рабочего значения. Пониженный до требуемого давления газ поступает в нагреватель 11 газа, где происходит его подогрев до температуры, соответствующей расчетному режиму работы. Подогретый рабочий газ-носитель поступает по патрубку 26 подачи рабочего газа-носителя в камеру 14 выравнивания потока газа-носителя и затем через профилированные отверстия в центрирующей втулке 15 поступает в разгонное сверхзвуковое сопло 16, где разгоняется до требуемой для нанесения и формирования покрытия скорости. При достижении требуемых параметров рабочего газа-носителя открывают запорный вентиль 7, осуществляя подачу инертного по отношению к порошковому материалу газа, который сначала поступает в пульсатор 8, где приобретает соответствующую по частоте пульсационную составляющую. Из пульсатора 8 инертный по отношению к порошковому материалу газ с требуемой частотой поступает в питатель-дозатор 6, где при смешивании газа с частицами порошкового материала покрытия при переменном давлении образуется газопорошковая смесь, в которой порошковые частицы находятся в виде взвеси. Полученную газопорошковую смесь в виде двухфазного потока подают через патрубок 25 в промежуточное сверхзвуковое сопло 13, и затем в ядро ускоряющего потока газа-носителя в область критического сечения разгонного сверхзвукового сопла 16. Для достижения требуемых расчетных термогазодинамических параметров рабочего газа-носителя и пульсирующей газопорошковой смеси в области критического сечения разгон-

ного сверхзвукового сопла 16 перемещают промежуточное сверхзвуковое сопло 13. Это перемещение осуществляют поступательно вдоль оси сопел посредством узла 12 осевого перемещения на величину, зависящую от скорости истечения и частоты пульсаций газопорошковой смеси в область критического сечения разгонного сверхзвукового сопла 16. Достигнув требуемой величины перемещения производят отключение узла 12 осевого перемещения промежуточного сверхзвукового сопла 13. Истекающая из промежуточного сверхзвукового сопла 13 пульсирующая смесь частиц с инертным для них газом, имея начальную осевую скорость $0,3 \leq M \leq 1,0$ (где M — число Маха), смешивается в области критического сечения разгонного сверхзвукового сопла 16 с рабочим газом-носителем, где происходит основное ускорение газопорошковой смеси. Приобретая по тракту разгонного сверхзвукового сопла 16 требуемую скорость, поток газопорошковой смеси выравнивает направление своего движения на линейном участке 17 и затем основная часть потока газа поворачивается на участке, имеющем криволинейную поверхность 18, попадая во входной участок средства 19 отвода газового потока. Порошковые частицы материала покрытия, имея большую массу и инерционность, продолжают свое прямолинейное движение до соударения с поверхностью покрываемого изделия. При достижении необходимых термо- и газодинамических режимов для нанесения покрытия приводят в движение (возвратно-поступательное, вращательное) покрываемое изделие 20, закрепленное в средстве 21 крепления изделия. Затем включают вибратор 23, соединенный с узлом 22 перемещения изделия и источник питания 24, подающий обратный по знаку движущимся частицам потенциал на изделие 20. Таким образом происходит процесс нанесения и формирования покрытия на поверхности изделия.

В качестве газа, инертного по отношению к порошковому материалу, может быть выбран газ (смесь газов), не вступающий в химическое взаимодействие с порошковым материалом покрытия, например: азот, аргон, гелий, криптон и другие. Выбор газа определяется конкретными требованиями к свойствам получаемого покрытия, его структуре и составу материала последнего.

Устранение оксидной пленки с поверхности порошковых частиц материала покрытия, их активация, транспортирование и предварительный разгон инертным

для них газом, препятствует окислению материала покрытия и позволяют при нанесении и формировании покрытия получать химически чистые, без окислов в их структуре материалы, существенно улучшить их структуру, физико-химические и технологические свойства.

- 5 Коэффициент использования наносимого материала покрытия, адгезия, когезия и его структура зависят от скорости соударения наносимых частиц покрытия о поверхность материала изделия.

Предварительное ускорение частиц материала покрытия инертным для них газом при температуре $T \leq 300$ К, скорости ускоряющего их газа $0,3 \leq M \leq 1,0$ и
10 ввод газопорошковой смеси в ядро ускоряющего их газа-носителя позволяет существенно увеличить скорость частиц материала покрытия до скорости, близкой к скорости ускоряющего их газа, тем самым максимально использовать энергию ускоряющей их газовой струи. Ввод порошковой смеси в ядро ускоряющего потока газа-носителя устраняет эффект торможения частиц о стенки проточной части
15 сверхзвукового разгонного сопла, увеличивает ресурс использования устройства, коэффициент использования наносимого материала покрытия. Для устранения эффекта торможения частиц покрытия в пристеночном сжатом слое газа, возникающего при натекании сверхзвуковой струи газа на поверхность изделия, в описываемом способе производят поворот газового потока и его отвод от поверхности
20 обрабатываемого изделия. Поворот газового потока обусловлен физическим эффектом, возникающим при обтекании плоскопараллельным потоком газа криволинейной поверхности радиуса R . Таким образом, поворот газового потока и его отвод от поверхности обрабатываемого изделия устраняет появление пристеночного сжатого слоя газа на поверхности изделия, и частицы покрытия, продолжая свое прямолинейное движение, достигают поверхности изделия со скоростью, которую они приобрели при взаимодействии с ускоряющим их потоком
25 газа. Это позволяет при меньших энергетических параметрах газового потока наносить частицы материала покрытия с более высокими скоростями соударения с поверхностью материала изделия, что приводит к снижению энергозатрат, увеличению коэффициента использования материала покрытия, к улучшению структуры, качества и свойств материала покрытия.
30

Установление суммарного расхода ускоряющего потока рабочего газа-носителя и инертного по отношению к порошковому материалу покрытия газа в соответствии с расчетным режимом истечения разгонного сопла связано с тем, что расчетный режим истечения газа — режим, при котором давление в выходном сечении разгонного сверхзвукового сопла соответствует давлению окружающей среды. При этом условии скорость истечения газового потока из сверхзвукового сопла будет максимальной. Любое изменение параметров газа-носителя, таких, как температура, давление, род газа, приводят к нерасчетному режиму истечения, то есть потере скорости газового потока и, следовательно, скорости частиц наносимого материала покрытия.

Колебательные движения обрабатываемого изделия при синхронном вводе в импульсном режиме газопорошковой смеси в ядро ускоряющего их потока газа-носителя проводят таким образом, что подача газопорошковой смеси осуществляется в тот момент, когда движение обрабатываемого изделия происходит навстречу движению потока частиц наносимого материала покрытия. В этом случае происходит суммирование скоростей движущихся частиц материала покрытия и скорости перемещения обрабатываемого изделия. В результате скорость столкновения частиц с поверхностью увеличивается. Это приводит к увеличению глубины проникновения частиц в поверхность материала изделия, степени их пластической деформации, увеличению коэффициента использования материала покрытия, улучшению структуры покрытия и его технологических свойств.

Для интенсификации протекания механических и химических процессов в поверхностном слое материала изделия при соударении частиц материала покрытия с поверхностью изделия в описываемом способе, производят поверхностный подогрев изделия до температуры, при которой пластичность поверхности материала изделия близка к пластичности материала покрытия. Это позволяет наносить покрытия, обладающие меньшей твердостью на более твердые и менее пластичные поверхности изделий. В этом случае резко изменяются свойства переходной зоны (материал частиц и материал изделия), улучшается ее структура и, как следствие, адгезия покрытия. В переходной зоне также образуется интерметаллическое соединение при нанесении металла на металл, состоящее из матери-

ла наносимых частиц покрытия и материала изделия. Твердые частицы при своем движении в потоке газа приобретают определенный по величине и по знаку заряд за счет трения о газ, друг о друга и о стенки проточной части газового тракта. Величина и знак заряда зависят от материала частиц. При подаче обратного по знаку
5 потенциала, в описываемом способе, на поверхность покрываемого изделия происходит увеличение скорости заряженных частиц при подлете к поверхности изделия и возникновение микродугового разряда при соударении.

Воздействуя на движущийся поток заряженных частиц различными электромагнитными способами и величиной поданного потенциала на изделие, можно
10 управлять процессом нанесения и формирования покрытия.

Это позволяет в процессе нанесения покрытия изменять структуру, свойства и качество покрытия.

Конструктивные особенности устройства ввода газопорошковой смеси позволяют осуществить осевой ввод частиц покрытия с начальной скоростью в ядро
15 рабочего ускоряющего их потока газа-носителя, избежав взаимодействия частиц материала покрытия со стенками разгонного сверхзвукового сопла 16 при условии $d_{cp} \leq D_{кр}$.

Это позволяет увеличить ресурс использования устройства, максимально использовать энергию газового потока для увеличения кинетической энергии частиц
20 материала покрытия, реализовать процесс формирования покрытия при относительно невысоких входных параметрах газа-носителя, увеличить коэффициент использования наносимого материала.

Описываемое изобретение может быть использовано для получения многофункциональных покрытий и материалов из различных порошковых компонентов, выбранных из группы, в которую входят металлы, сплавы или их механические смеси, а также диэлектрики и органические соединения.
25

За счет создания условий, позволяющих активировать и исключить на поверхности частиц оксидную пленку, область используемых для нанесения покрытий материалов описываемым изобретением может быть значительно расширена.

30 Таким образом, описываемые способ и устройство для получения покрытия из порошковых материалов позволяет интенсифицировать процесс нанесения

и формирования покрытий из различных порошков и их смесей, получить материал покрытия без наличия в случае необходимости в его структуре оксидных включений, улучшить структуру материала покрытия и его физико-химические свойства, увеличить коэффициент использования материала покрытия, снизить энергетические параметры газового потока, расширить возможности управления процессом нанесения и формирования покрытий, получать материалы в покрытии с уникальными свойствами, расширить технологические и функциональные возможности процесса получения покрытий.

Промышленная применимость

10 Данное изобретение может быть использовано в металлургической, машиностроительной, радиоэлектронной и других отраслях промышленности для повышения технологических и физико-химических свойств изделий, восстановления различных изношенных деталей и придания поверхности изделий специфических свойств.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения покрытия из порошковых материалов, включающий формирование ускоряющего потока рабочего газа-носителя, введение в него частиц порошкового материала, подачу полученной газопорошковой смеси в разгонное сверхзвуковое сопло (16) и нанесение порошкового материала на поверхность изделия газовым потоком, отличающийся тем, что перед подачей газопорошковой смеси в разгонное сверхзвуковое сопло (16) ее подвергают предварительному ускорению инертным по отношению к исходному порошковому материалу газом до скорости, определяемой числом $0,3 \leq M \leq 1,0$, где M — число Маха, и дополнительному ускорению путем ввода газопорошковой смеси в ядро ускоряющего потока рабочего газа-носителя, а перед нанесением порошкового материала на поверхность изделия проводят отделение порошковых частиц от газа.

15 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что формирование ускоряющего потока рабочего газа-носителя осуществляют по квадратичному закону изменения площади профиля разгонного сверхзвукового сопла.

3. Способ по любому из пунктов 1, 2, отличающийся тем, что подачу газопорошковой смеси в разгонное сверхзвуковое сопло (16), проводят при суммарном расходе ускоряющего потока рабочего газа-носителя и инертного по отношению к порошковому материалу газа, устанавливаемом в соответствии с расчетным режимом разгонного сверхзвукового сопла (16).

4. Способ по любому из пунктов 1-3, отличающийся тем, что в качестве рабочего газа-носителя используют воздух, а в качестве инертного по отношению к порошковому материалу газа берут газ, или смесь газов не вступающих в химическое взаимодействие с порошковым материалом.

5. Способ по любому из пунктов 1-4, отличающийся тем, что перед предварительным ускорением порошковый материал подвергают обработке в инертной по отношению к нему газовой среде для активации и устранения оксидной пленки с поверхности порошковых частиц и в потоке этой среды подают в питатель-дозатор (6).

6. Способ по пункту 5, отличающийся тем, что обработку порошкового материала проводят механическим, электрохимическим или химическим путем.

7. Способ по любому из пунктов 1-6, отличающийся тем, что
5 инертный по отношению к порошковому материалу газ берут с температурой $T \leq 300$ К.

8. Способ по любому из пунктов 1-7, отличающийся тем, что ввод газопорошковой смеси в ядро ускоряющего потока рабочего газа-носителя осуществляют в импульсном режиме.

9. Способ по любому из пунктов 1-8, отличающийся тем, что при
10 нанесении порошкового материала покрытия на поверхность изделия последнее подвергают колебательному перемещению соосно набегающему двухфазному потоку.

10. Способ по любому из пунктов 1-9, отличающийся тем, что при
15 нанесении порошкового материала проводят поверхностный нагрев изделия.

11. Способ по любому из пунктов 1-10, отличающийся тем, что нанесение порошкообразного материала на покрываемую поверхность проводят при подаче на изделие потенциала, обратного по знаку частицам потока газопорошковой смеси.

12. Устройство для получения покрытия из порошковых материалов, содержащее распыливающий узел, выполненный в виде разгонного сверхзвукового сопла (16) с дозвуковой сужающейся и сверхзвуковой расширяющейся частями и промежуточного сопла (13), средство (9) подвода сжатого рабочего газа-носителя, средство ввода газопорошковой смеси в распыливающий узел и питатель-дозатор
20 (6), отличающееся тем, что оно снабжено средством подвода дополнительного сжатого инертного по отношению к порошковому материалу покрытия газа, промежуточное сопло (13) выполнено сверхзвуковым с диаметром среза $d_{ср}$ меньше диаметра критического сечения $D_{кр}$ разгонного сверхзвукового сопла и соосно установлено с возможностью осевого поступательного перемещения в
25 его дозвуковой части, а разгонное сверхзвуковое сопло (16) имеет на выходе сво-
30

ей сверхзвуковой части линейный участок (17), переходящий в участок с криволинейной поверхностью (18) радиуса R.

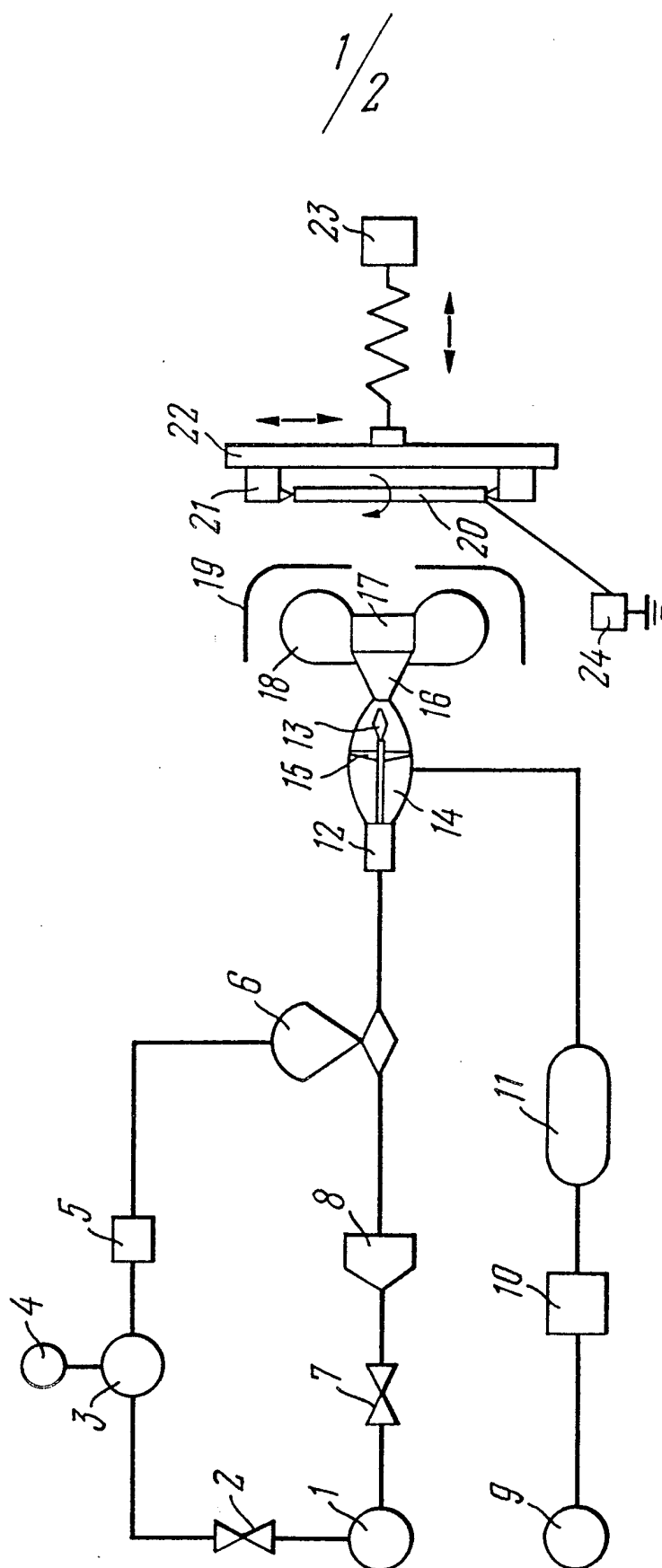
13. Устройство по п. 12, отличающееся тем, что оно снабжено узлом (3) обработки порошкового материала для активации и очистки поверхности частиц, соединенным со средством ввода газопорошковой смеси.

14. Устройство по любому из пунктов 12-13, отличающееся тем, что оно снабжено пульсатором (8), соединенным со средством ввода газопорошковой смеси.

15. Устройство по любому из пунктов 12-14, отличающееся тем, что пульсатор (8) установлен перед питателем-дозатором (6).

16. Устройство по любому из пунктов 12-15, отличающееся тем, что оно снабжено вибратором (23) для передачи колебательного движения покрываемому изделию.

17. Устройство по любому из пунктов 12-16, отличающееся тем, что оно снабжено источником (24) питания для подачи потенциала на изделие.



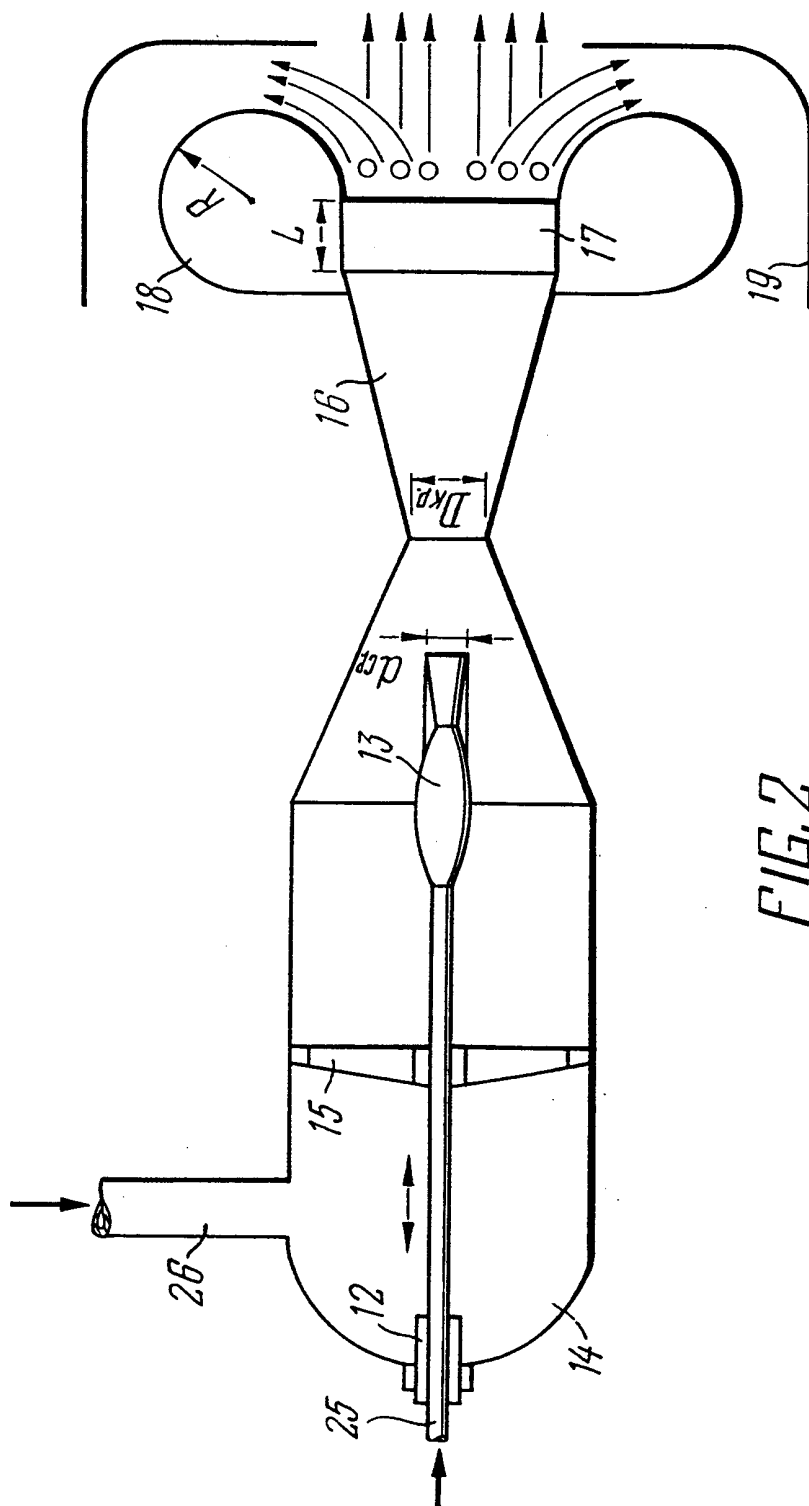
$\frac{2}{2}$ 

FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/RU99/00262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC7 C23C 24/04, B09D 19/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC7 C23C 24/00, 24/04, C23C 4/00, 4/12, B05B 7/24 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2081202 C1 (NAUCHNO-ISSEDOVATELSKY INSTITUT NIZKIKH TEMPERATUR PRI MAI) 10 June 1997 (10.06.97)	1-17
A	RU 2082823 C1 (MOSKOVSKY AVIATIONNY INSTITUT et al) 27 June 1997 (27.06.97), the abstract	1-17
A	RU 2100474 C1 (OOO « OBNINSKY TSENTR POROSHKOVOGO NAPYLENYA ») 27 December 1997 (27.12.97), the abstract	1-17
A	WO 91/19016 A1 (INSTITUT TEORETICHESKOI I PRIKLADNOI MEKHANIKI SIBIRSKOGO OTDELENYA AN SSSR) 12 December 1991 (12.12.91), the abstract	1-17
A	RU 2062820 C1 (GERSHMAN IOSIF SERGEEVICH et al) 27 June 1996 (27.06.96)	1-17
A	US 5795626 A (INNOVATIVE TECHNOLOGY INC.) 18 August 1998 (18.08.98), the abstract	1-17
☐ Further documents are listed in the continuation of box C. ☐ Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 17 January 2000 (17.01.00)		Date of mailing of the international search report 27 January 2000 (27.01.00)
Name and mailing address of the ISA/ RU		Authorized officer Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №

PCT/RU 99/00262

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

Согласно международной патентной классификации (МПК-7)

C23C 24/04, B09D 19/00

В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7:

C23C 24/00, 24/04, C23C 4/00, 4/12, B05B 7/24

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):

С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2081202 C1 (НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ПРИ МАИ) 10.06.97	1-17
A	RU 2082823 C1 (МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ и др.) 27.06.97, реферат	1-17
A	RU 2100474 C1 (ООО "ОБНИНСКИЙ ЦЕНТР ПОРОШКОВОГО НАПЫЛЕНИЯ") 27.12.97, реферат	1-17
A	WO 91/19016 A1 (ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АН СССР) 12.12.91, реферат	1-17
A	RU 2062820 C1 (ГЕРШМАН ИОСИФ СЕРГЕЕВИЧ и др.) 27.06.96	1-17
A	US 5795626 A (INNOVATIVE TECHNOLOGY INC.) Aug. 18, 1998, реферат	1-17

☐ последующие документы указаны в продолжении графы С. ☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении

* Особые категории ссылочных документов:	Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
A документ, определяющий общий уровень техники	Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень
E более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее	У документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории
O документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.	& документ, являющийся патентом-аналогом
P документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д.	

Дата действительного завершения международного поиска: 17 января 2000 (17.01.2000)	Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 27 января 2000 (27.01.2000)
Наименование и адрес Международного поискового органа: Федеральный институт промышленной собственности Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1 Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА	Уполномоченное лицо: И. Пойменова Телефон № (095)240-25-91

Форма PCT/ISA/210 (второй лист)(июль 1998)