

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 7323

(13) С1

(46) 2005.09.30

(51)<sup>7</sup> С 23С 4/00,  
С 22С 45/00

(54)

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АМОРФНЫХ ПОКРЫТИЙ

(21) Номер заявки: а 20020582

(22) 2002.07.05

(43) 2004.03.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Шамшур Александр Семенович; Ильющенко Татьяна Александровна; Мишкина Марина Анатольевна; Еженков Григорий Григорьевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела. – М.: Мир, 1986. - С. 46-47.  
ВУ 2324 С1, 1998.  
RU 2092610 С1, 1997.  
RU 2053312 С1, 1996.  
JP 61217568 А, 1986.

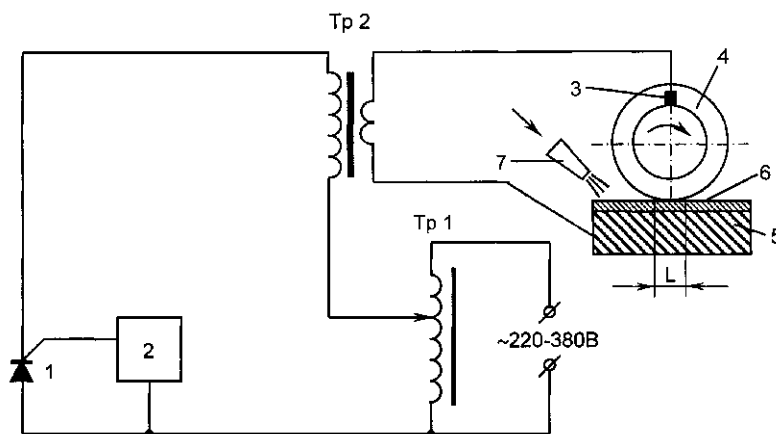
(57)

Способ получения аморфных покрытий, включающий газотермическое напыление на поверхность перемещающейся детали аморфообразующего сплава с последующим охлаждением парами жидкого гелия или азота, **отличающийся** тем, что до охлаждения напыленный аморфообразующий сплав локально нагревают импульсами тока экспериментально подобранной длительности и амплитуды с частотой  $f$  следования импульсов, рассчитанной по формуле:

$$f = \frac{V}{L},$$

где  $V$  – скорость перемещения детали, м/мин;

$L$  – длина зоны нагрева в метрах.



Изобретение относится к области получения аморфных покрытий для повышения физико-механических свойств поверхностей деталей машин и оборудования и может быть использовано в машиностроении и других областях промышленности.

Физические и механические свойства аморфных покрытий значительно улучшаются по сравнению с их кристаллическими дубликатами. Из-за отсутствия дефектов, обусловленных диффузией элементов при быстром охлаждении, значительно повышается их коррозионная стойкость. Отличительными чертами механического поведения аморфных покрытий являются полное отсутствие деформационного упрочнения и наличие высокой твердости, что снижает их схватывание при трении скольжения и снижает коэффициент трения.

Известны способы получения аморфных покрытий непосредственно на деталях [1] стр. 38-54, которые можно свести к следующим: гомогенным осаждением гелей, электролитическим осаждением аморфных слоев, получением аморфных слоев из газовой фазы путем конденсации твердого вещества из паровой фазы на подложку (испарение, катодное распыление, разложение в тлеющем разряде и реакции различных газообразных компонентов, приводящих к твердым растворам) путем облучения поверхностей деталей нейтронами или сильно ускоренными ионами и др. Недостатком известных способов получения аморфных покрытий является сложность процесса их получения, сложность оборудования, малая толщина аморфных покрытий и ограниченные размеры и форма покрываемых изделий (деталей).

Известен способ получения аморфных покрытий на поверхностях деталей из паровой фазы [1] стр. 46-47 - прототип, сущность которого заключается в том, что малые расплавленные частицы аморфообразующего сплава попадают (чаще всего путем свободного падения) в предварительно нагретый до высоких температур реактор, в котором они очень быстро испаряются. В результате в газовой фазе появляется набор фрагментов, осаждение которых на охлажденную поверхность детали приводит к образованию аморфных покрытий.

Недостатком прототипа является то, что получаемые аморфные покрытия на деталях имеют небольшую толщину (до 60 мкм), а также ограничены размеры и форма покрываемых изделий из-за того, что весь процесс происходит в вакууме. Сложность существующего процесса получения аморфных покрытий не позволяет широко использовать его в машиностроении.

Задача, решаемая изобретением, заключается в получении аморфных покрытий на деталях машин и оборудования заданной толщины без ограничения формы и размеров детали.

Поставленная задача реализуется тем, что способ получения аморфных покрытий, включающий газотермическое напыление на поверхность перемещающейся детали аморфообразующего сплава с последующим охлаждением парами жидкого гелия или азота, отличающийся тем, что до охлаждения напыленный аморфообразующий сплав локально нагревают импульсами тока экспериментально подобранной длительности и амплитуды с частотой  $f$  следования импульсов, рассчитанной по формуле:

$$f = V/L,$$

где  $V$  - скорость перемещения детали, м/мин;

$L$  - длина зоны нагрева в метрах.

Сущность изобретения заключается в том, что аморфообразующий сплав формулы  $MaYbZc$ , где  $M$  представляет переходный металл, например, Fe, Ni, Cr,  $C_0$ , V или их смеси;  $Y$  является металлоидом, например, P, B, C или их смеси и  $Z$  является элементом из группы Al, Si, Zn, Sb, Ge, In, Be или их смесями; "a" может составлять 60-90 ат. %, "b" может составлять 10-30 ат. % и "c" - 0,1-15 ат. % [2] в виде порошка, ленты, проволоки или шнура наносится на поверхность детали заданной толщины (0,5-0,6 мм) газотермическим напылением (газопламенным, плазменным и др.), а формирование аморфной структуры осуществляется на второй стадии процесса последующим локальным нагревом импульсами тока большой плотности и охлаждением расплава, детали и инструмента (ролик, пластина) парами жидкого гелия (4,2 К) или азота (77 К).

# BY 7323 C1 2005.09.30

Длительность и амплитуда импульса тока подбирается экспериментально, а при непрерывной обработке покрытия на детали частота следования импульсов тока  $f$  рассчитывается по формуле:

$$f = V/L, \quad (1)$$

где  $V$  - скорость движения детали или инструмента в м/мин,  $L$  - длина зоны прогрева в метрах.

На чертеже представлена структурная схема формирования импульсов тока большой плотности и заданной частоты их следования.

Напряжение от сети 220 или 380 В подается на автотрансформатор Тр1, позволяющий регулировать напряжение, а следовательно и амплитуду тока до заданной величины.

Переменное напряжение промышленной частоты подается от автотрансформатора Тр1 на понижающий трансформатор Тр2 через тиристор 1, управляющий электрод которого подключен к блоку управления 2, позволяющему регулировать длительность импульсов тока и частоту их следования. Пониженное импульсное напряжение подается через токо-съемное устройство 3 на инструмент (ролик, пластину) 4 и деталь 5. При прохождении импульса тока большой плотности за счет выделения джоулевого тепла происходит локальный нагрев покрытия 6 до температуры плавления аморфно-образующего сплава. Зона оплавления покрытия, деталь, инструмент интенсивно охлаждаются через сопло 7 парами жидкого гелия или азота, т.е. происходит быстрое охлаждение расплава, вследствие чего образуется аморфная структура покрытия.

## **Пример.**

При использовании автотрансформатора мощностью 100 кВт, понижающего трансформатора типа - ОСУ-100 (100 кВт) и тиристора Т2-320 ток плавления зоны покрытия составляет 8000 А и более.

Приведенный способ получения аморфных покрытий путем нанесения на поверхность детали аморфнообразующего сплава с последующим его плавлением и интенсивным охлаждением зоны расплава позволяет получать аморфное покрытие на деталь неограниченных размеров и формы (тела вращения, плоские детали и т.п.).

## Источники информации:

1. Фельц А. Аморфные и стеклообразные неорганические твердые тела; Пер. с нем. Г.З. Виноградовой и др. / Под ред И.В. Тананаева, С.А. Дембовского. - М.: Мир, 1986. - С. 556.
2. Ковнерский Ю.К., Осипов Э.К. и др. Физико-химические основы создания аморфных металлических сплавов - М.: Наука, 1983. - С. 144.