

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

(19) **ВУ** (11) **5796**

(13) **С1**

(51)⁷ **С 25D 15/00**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54) **СПОСОБ ФОРМОВАНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА**

(21) Номер заявки: а 19991090

(22) 1999.12.07

(46) 2003.12.30

(71) Заявитель: Витебский государствен-
ный технологический университет
(ВУ)

(72) Авторы: Клименков Степан Степано-
вич; Трубников Юрий Валентинович;
Новиков Александр Кузьмич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Витебский госу-
дарственный технологический универ-
ситет (ВУ)

(57)

Способ формования композиционного материала, включающий электрохимическое осаждение металлической фазы и седиментационное осаждение из электролита-суспензии керамической фазы, **отличающийся** тем, что электрохимическое осаждение металлической фазы массой m_1 ведут при силе тока I , назначаемой в соответствии с выражением

$$I = \frac{m_1}{\Theta \cdot t_* \cdot VT},$$

где Θ - электрохимический эквивалент металла;

t_* - время процесса нанесения композиционного материала;

VT - выход по току,

а для седиментационного осаждения керамической фазы массой m_2 электролиту сообщают движение относительно катода с начальной скоростью v_0 , определяемой по формуле

$$v_0 = \frac{a \cdot (1 - c)}{1 + c},$$

где a - коэффициент, выражающий зависимость начальной скорости от плотности керамической частицы;

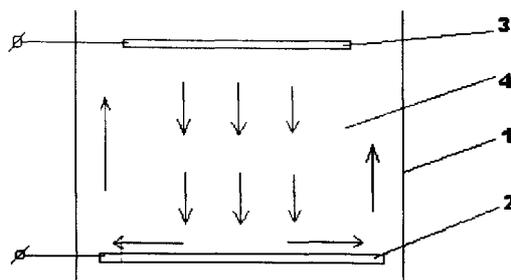
c - коэффициент, выражающий зависимость начальной скорости от массы керамических частиц m_2 в композиционном материале;

при этом коэффициент a определяют по формуле:

$$a = \sqrt{\frac{\rho \cdot g \cdot \lambda^3 \cdot 100}{k}},$$

где ρ - плотность частицы;

g - ускорение свободного падения;



ВУ 5796 С1

BY 5796 C1

λ - размер частиц;

k - коэффициент пропорциональности;

a коэффициент с определяют по формуле

$$c = \frac{e^{\frac{\pi b R^2 I_0 \rho_1}{m_2}} - e^{\frac{\pi b R^2 I_0 \rho_1}{2 m_2} + \frac{b I_0}{a}}}{e^{\frac{\pi b R^2 I_0 \rho_1}{2 m_2} + \frac{b I_0}{a}} - 1},$$

где R - радиус реактора;

I_0 - длина реактора;

ρ_1 - объемная плотность частиц в электролите;

b - коэффициент, выражающий зависимость начальной скорости от плотности керамической частицы, определяемый по формуле:

$$b = 2 \sqrt{\frac{g \cdot k \cdot 100}{\rho \cdot \lambda^3}}.$$

(56)

Сайфуллин Р.С. Композиционные покрытия и материалы. - М.: Химия, 1977. - С. 9-11.

RU 2138583 C1, 1999.

GB 2221921 A, 1990.

WO 94/23095.

SU 1723206 A1, 1992.

Изобретение относится к области машиностроения, в частности к гальваническому производству, и может быть использовано для формования композиционных изделий и нанесения композиционных гальванических покрытий для защиты деталей от износа.

Известен способ формования композиционных химических и электрохимических материалов и покрытий, при котором используется осаждение металлов из суспензий, представляющих собой электролиты с добавкой определенного количества дисперсного порошка. Такой способ позволяет формировать покрытия и материалы с характеристиками, превышающими аналогичные в материалах, получаемых способом электрохимического осаждения. Материалы с включением дисперсных частиц обладают свойствами металлургических сплавов, но не требуют для своего получения высокотемпературных технологий. Однако существенным недостатком описываемого способа является то, что он не позволяет задавать на стадии проектирования требуемый состав материала за счет оптимизации технологических факторов [1].

Технической задачей, на решение которой направлено изобретение, является формирование покрытий с заданным процентным соотношением металлической и керамической фаз.

Указанная техническая задача решается за счет того, что электрохимическое осаждение металлической фазы массой m_1 ведут при силе тока, назначаемой в соответствии с выражением

$$I = \frac{m_1}{\mathcal{E} \cdot t_* \cdot \text{ВТ}},$$

где I - сила тока;

\mathcal{E} - электрохимический эквивалент металла;

t_* - время процесса нанесения композиционного материала;

ВТ - выход по току,

ВУ 5796 С1

а для седиментационного осаждения керамической фазы массой m_2 электролиту сообщают движение относительно катода со скоростью v_0 , определяемой по формуле

$$v_0 = \frac{a \cdot (1 - c)}{1 + c},$$

где a - коэффициент, выражающий зависимость начальной скорости от плотности керамической частицы;

c - коэффициент, выражающий зависимость начальной скорости от массы керамических частиц m_2 в композиционном материале;

при этом коэффициент a определяют по формуле:

$$a = \sqrt{\frac{\rho \cdot g \cdot \lambda^3 \cdot 100}{k}},$$

где g - ускорение свободного падения;

λ - размер частиц;

k - коэффициент пропорциональности,

а коэффициент c определяют по формуле:

$$c = \frac{e \frac{\pi b R^2 I_0 \rho_1}{m_2} - e \frac{\pi b R^2 I_0 \rho_1 + b I_0}{2 m_2} + \frac{b I_0}{a}}{e \frac{\pi b R^2 I_0 \rho_1 + b I_0}{2 m_2} + \frac{b I_0}{a} - 1}$$

где ρ_1 - объемная плотность частиц в электролите;

I_0 - длина реактора;

R - радиус реактора;

b - коэффициент, выражающий зависимость начальной скорости от плотности керамической частицы, определяемый по формуле:

$$b = 2 \sqrt{\frac{g \cdot k \cdot 100}{\rho \cdot \lambda^3}}.$$

При формовании композиционного материала электролиту-сuspензии (5) сообщают движение относительно катода (2) со скоростью v_0 , на выбор которой оказывают влияние масса керамических частиц в покрытии и их плотность. Поток электролита-сuspензии направлен к детали-катоде (2) по нормали, такая траектория (4) обеспечивает оптимальное включение керамических частиц в материал покрытия. При данной траектории керамическая частица движется под действием вертикальных сил со скоростью v_0 . После оседания на поверхность катода частиц керамики происходит их включение в материал покрытия за счет зарастивания ионами металла. С целью получения заданного соотношения керамической и металлической фаз в композиционном материале силу тока I электрохимического осаждения определяют в зависимости от массы оседающих на поверхность катода (2) ионов металла.

Схема осуществления предлагаемого способа представлена на фигуре.

1 - ванна для нанесения покрытия;

2 - деталь-катод;

3 - реактор-анод;

4 - направление движения электролита сuspензии.

Пример.

Осуществляли нанесение износостойкого композиционного покрытия на основе железа (75 %) и оксида алюминия (25 %). Покрытие формовалось из хлористого горячего ($t = 55$ °C) электролита. Размеры анода $I_0 = 10$ см, $R = 3$ см. Электрохимический эквивалент железа $\Theta = 0,695$ г/А·ч. Объемная плотность керамических частиц в электролите $\rho_1 = 0,3$ г/см³.

BY 5796 C1

Величина $m_2 = 0,86$ (г). Тогда $m_1 = \frac{m_2}{x} = \frac{0,86}{0,25} = 3,44$ (г).

В зависимости от массы m_1 определяем силу тока, необходимую для получения покрытия, в котором массовое соотношение керамических частиц и ионов металла $x = 0,25$.

$$I = \frac{m_1}{\Theta \cdot t_* \cdot \text{ВТ}} = \frac{0,86}{0,695 \cdot 1 \cdot 0,74} = 1,67 \text{ (А)},$$

где ВТ - выход по току.

Применяемые частицы оксида алюминия характеризуются следующими параметрами: плотность $\rho = 2,7$ г/см³, размер частицы $\lambda = 0,015$ см. Величины переменных a и b в зависимости от плотности и размера керамических частиц приведены в табл. 1.

Таблица 1

a, b		$\rho, \text{ г/см}^3$					
		2,5-4	4-5,5	5,5-7	7-8,5	8,5-12	
$\lambda, \text{ см}$	0,0001-0,0005	a	0,029	0,11	0,12	0,14	0,17
		b	$2,17e^9$	$1,47e^8$	$1,22e^8$	91708745	66697269
	0,0005-0,001	a	0,3	0,4	0,45	0,52	0,61
		b	21389795	11550489	9625408	7219056	5250222
	0,001-0,015	a	0,945	1,28	1,41	1,63	1,9
		b	2173865	1173872	978226	733670	533578
	0,015-0,02	a	1,45	1,98	2,16	2,5	2,94
		b	917084	495227	412689	309517	225103

Для частиц оксида алюминия

$$a = 0,945, b = 2173837.$$

Значения переменной c в зависимости от величин m_2 и ρ приведены в табл. 2.

Таблица 2

c		$\rho, \text{ г/см}^3$				
		2,5-4	4-5,5	5,5-7	7-8,5	8,5-12
$m_2, \text{ г}$	0,1-0,5	-0,6024	-0,6422	-0,6087	-0,5494	-0,4734
	0,5-1	-0,9099	-0,8693	-0,8574	-0,8365	-0,81
	1-5	-0,9761	-0,9687	-0,9662	-0,9619	-0,9566
	5-10	-0,9924	-0,9905	-0,9899	-0,9888	-0,9877
	10-15	-0,9959	-0,995	-0,9948	-0,9944	-0,9939

Для частиц оксида алюминия и заданного значения m_2 переменная $c = -0,9099$.

Тогда начальная скорость керамических частиц вычисляется по формуле

$$v_0 = \frac{a \cdot (1 - c)}{1 + c} = \frac{0,945 \cdot (1 + 0,9099)}{1 - 0,9099} = 0,896 \text{ (см/с)}$$

Предложенный способ получения композиционных покрытий позволяет за счет изменения силы тока и начальной скорости электролита-суспензии получать покрытия с необходимым процентным соотношением частиц порошка и ионов металла в покрытии, что способствует получению покрытия с высокими эксплуатационными свойствами.

Источники информации:

1. Сайфулин Р.С. Композиционные покрытия и материалы. - М.: Химия, 1977. - С. 9-11.