



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110143** (13) **U**  
(51) МПК  
**C23C 10/44** (2006.01)

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2016 03483</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>04.04.2016</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>26.09.2016</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>26.09.2016, Бюл.№ 18</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Харченко Надія Анатоліївна (UA), Хижняк Віктор Гаврилович (UA), Дацюк Оксана Енгельсівна (UA), Дегула Андрій Іванович (UA), Голишевський Олександр Олегович (UA), Скоренок Микола Олексійович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007 (UA)</b></p>
--	--

**(54) ПОРОШКОВИЙ СКЛАД ДЛЯ АЛЮМОСИЛІЦІЮВАННЯ НІКЕЛЮ**

**(57) Реферат:**

Порошковий склад для алюмосиліціювання нікелю містить алюміній, кремній, оксид алюмінію та хлористий амоній.

**UA 110143 U**



Корисна модель належить до галузі хіміко-термічної обробки металів та може широко використовуватись в машинобудуванні, металургії та приладобудуванні з метою підвищення працездатності деталей машин та інструментів за рахунок їх поверхневого зміцнення.

5 Відомий порошковий склад для алюмосиліціювання металевих деталей [патент RU 2032764 С1, МПК С23С 10/52, 10.04.1995], що містить алюмінієвий порошок, ортофосфатну кислоту, хромовий ангідрид і воду, який відрізняється тим, що додатково містить кремнієвий порошок і аеросил, при наступному співвідношенні компонентів, (мас. %):

ортофосфатна кислота	2-8
хромовий ангідрид	0,6-2
аеросил	1,5-5
вода	20-60,9.

10 Недоліком відомого складу є те, що відбувається тільки дифузійне насичення алюмінієм, формування дифузійного покриття в аналогу і більшості способів відбувається при випалюванні деталі, тобто температура формування покриття структури дорівнює температурі всієї деталі. Для отримання стабільного дифузійного покриття при підвищених температурах доцільно мати температуру формування покриття значно вище в порівнянні з температурою формування структури жароміцного нікелевого сплаву типу ЖС6У, ЖС26 і ЖС32 зміцненого  $\gamma'$  - фазою.

15 За найближчий аналог вибрано склад для силіціювання високовуглецевих матеріалів (патент України на корисну модель №47489, С23С 10/44, 2010), що містить кремній, алюміній, оксид хрому, оксид алюмінію і активатор, який відрізняється тим, що він додатково містить бор і як активатор - хлористий амоній при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

кремній	10-12
алюміній	5-7
оксид хрому	12-16
бор	3-4
хлористий амоній	1-3
оксид алюмінію	решта.

20 Недоліком відомого складу є невисока корозійна стійкість дифузійного покриття через недостатню глибину шару і його пористості, а також низька продуктивність процесу насичення при використанні відомого складу через недостатній вміст в ньому активатора процесу - хлористого амонію.

25 В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення порошкового складу для алюмосиліціювання нікелю шляхом зміни співвідношень його компонентів, що дозволить забезпечити підвищення опору корозії, термічної стійкості та межі витривалості дифузійного покриття.

Поставлена задача вирішується тим, що порошковий склад для алюмосиліціювання нікелю, що містить алюміній, кремній, оксид алюмінію та хлористий амоній, згідно з корисною моделлю, містить компоненти у наступному їх співвідношенні, (мас. %):

алюміній	48-50
кремній	12-15
оксид алюмінію	31-35
хлористий амоній	2-7.

30 Введення до порошкового складу компонентів у вказаних межах забезпечує підвищення опору корозії, термічної стійкості та межі витривалості дифузійного покриття за рахунок утворення в ньому оксидної плівки і стійких карбідів.

Вміст хімічних елементів у порошковому складі обґрунтовується наступним.

35 Введення алюмінію і оксиду алюмінію у вибраних межах забезпечує високу корозійну стійкість. Недостатній вміст алюмінію і оксиду алюмінію (менше 48 % і 32 % відповідно) приводить до збільшення швидкості корозії в морській воді. Перевищення вмісту алюмінію і оксиду алюмінію (більше 50 % і 35 % відповідно) приводить до швидкого руйнування дифузійного покриття.

40 Введення кремнію у вибраних межах значно підвищує мікротвердість і межу витривалості, за рахунок фазових утворень. Недостатній вміст кремнію (менше 13 %) приводить до недостатньої межі витривалості та мікротвердості. Перевищення вмісту кремнію (більше 15 %) приводить до зменшення показників мікротвердості та межі витривалості, але показник кращий, ніж при введенні кремнію менше 13 %.

45 При введенні меншої кількості хлористого амонію (менше 2 %), зменшується кількість хлоридів Al та Si. Оптимальний вміст хлористого амонію, забезпечує утворення достатньої кількості хлоридів Al та Si, за рахунок яких проходить процес алюмосиліціювання. Більша кількість хлористого амонію (більше 5 %) спричиняє надлишок хлоридів алюмінію та кремнію,

що негативно впливає на утворення дифузійного покриття, а саме нерівномірність поверхневого шару.

Конкретні приклади порошкового складу для алюмосиліціювання нікелю і результати випробувань наведені у таблиці.

5

Nn/n	Вміст компонентів, мас. %				Швидкість корозії, г/м <sup>2</sup>	Мікротвердість, ГПа	Межа витривалості, $\sigma_0$ , МПа
	Al	Si	Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> Cl			
1	20-25	5-Ю	22-27	0,4-1,2	0,0759	1,4-1,9	2100
2	48-50	13-15	32-35	2-5	0,0534	2,4-3,6	2600
3	55-60	20-23	41-47	7-9	0,0654	1,8-2,2	2250

Склад було випробувано в лабораторних умовах. Для нанесення покриттів на нікель використовували склад порошку з кількісним вмістом алюмінію, кремнію, оксиду алюмінію і хлористого амонію, наведений в таблиці. Хіміко-термічну обробку здійснювали в замкнутому реакційному просторі (в контейнері з плавким затвором) в порошковій суміші, в шахтній печі СШОЛ 1.1.6/12, завантаження в піч, нагрів до температури насичення 1000-1050 °С, ізотермічну витримку при температурі насичення на протязі 2-4 годин.

10

Порошковий склад на основі Al та Si на нікелі та його сплавах за складом, будовою, властивостями можуть бути перспективними при експлуатації в умовах дії високих температур, агресивних середовищ, жорстких умов зношування.

15

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Порошковий склад для алюмосиліціювання нікелю, що містить алюміній, кремній, оксид алюмінію та хлористий амоній, який **відрізняється** тим, що містить компоненти, при наступному співвідношенні (мас. %):

20

алюміній	48-50
кремній	12-15
оксид алюмінію	31-35
хлористий амоній	2-7.