



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **147835** (13) **U**  
(51) МПК  
**C25D 11/34** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

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

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2020 08156</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>21.12.2020</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>17.06.2021</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>16.06.2021, Бюл.№ 24</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Штефан Вікторія Володимирівна (UA), Смирнова Олександра Юрївна (UA), Кануннікова Надія Олександрівна (UA), Баламут Наталія Сергіївна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Кирпичова, 2, м. Харків-2, 61002 (UA)</b></p>
---	---

**(54) СПОСІБ ФОРМУВАННЯ ЗАХИСНИХ ОКСИДНИХ ПОКРИТТІВ НА НЕРЖАВІЮЧІЙ СТАЛІ**

**(57) Реферат:**

Спосіб формування захисних оксидних покриттів на нержавіючій сталі включає оксидування в водному електроліті, що містить сульфатну кислоту, хлорид натрію. Водний електроліт додатково містить сульфат алюмінію.

**UA 147835 U**



Корисна модель належить до електрохімічної галузі, а саме до способів нанесення захисних покриттів на нержавіючій сталі методом електрохімічного оксидування. Може бути застосована в хімічній, нафтохімічній, автомобіле-, авіа- та суднобудуванні, атомній енергетиці.

5 Відомим способом для оксидування нержавіючої сталі є спосіб, що включає електроліт, який містить сульфатну кислоту, хлорид натрію та молібдат натрію [1]. Суть цього способу полягає в тому, що осадження оксидних плівок здійснюється методом електрохімічного оксидування при температурі 40-70 °С, густині струму 7-10 А/дм<sup>2</sup>. Такий спосіб дозволяє одержувати покриття товщиною 5-10 мкм.

10 Як недолік цього способу можна відзначити гальваностатичний режим оксидування, який унеможливує керування центрами утворення кристалів, їх розмірами та кристалічною структурою, а також відсутні відомості про ізоляційні властивості покриттів одержаних даним способом.

15 Відомий спосіб для нанесення оксидних плівок з електроліту, який містить 600 г/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> [2]. Для цього використовують струм трикутної форми, лінійно змінний від катодного -0,8 до анодного +1,4 мА/см<sup>2</sup> за 2,5 сек. В даних умовах товщина пористої плівки монотонно зростає зі збільшенням тривалості оксидування, при цьому колір її змінюється від блідо тютюнового до малинового через фіолетовий, синій, блакитний, жовтий, помаранчевий.

20 Недоліком даного способу є те, що анодна плівка, яка утворюється в процесі оксидування, має нерегулярну систему пір діаметром близько 10 нм, перпендикулярних поверхні.

20 Найближчим аналогом корисної моделі є спосіб [3], який передбачає нанесення оксидних покриттів на сталь 08X18H10 методом електрохімічного оксидування. Процес проводять імпульсним струмом з електроліту, який містить, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-400 г/л, Na<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-7,5 г/л при температурі 70-90 °С, густині струму від -0,81 мА/см<sup>2</sup> до +1,40 мА/см<sup>2</sup>, тривалістю імпульсу 2,5 с, тривалістю паузи 2,5 с впродовж 0,3-1 годин.

25 Недоліками для цієї технології є небезпека для здоров'я персоналу, так як використовуються гарячі міцні розчини сульфатної та хромової кислоти, що також негативно впливає на екологію, а також відсутність відомостей про електричний опір ізоляції.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення способу формування захисних оксидних покриттів на нержавіючій сталі нестационарним електролізом.

30 В способі формування захисних оксидних покриттів на нержавіючій сталі, процес осадження проводять в нестационарному режимі при густині струму 25-60 А/дм<sup>2</sup>, тривалістю імпульсу 1-5 с, тривалістю паузи 1-5 с впродовж 0,5-1,5 годин.

35 Використання нестационарного режиму при співвідношенні тривалості імпульс/пауза, що дорівнює 1/1, густині струму 25-60 А/дм<sup>2</sup> дає можливість регулювати кількість центрів кристалоутворення оксидів, розмір та кристалічну структуру. Крім цього, нестационарний режим забезпечує прискорення процесу росту.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомий електроліт, який містить сульфатну кислоту, додають хлорид натрію, згідно з корисною моделлю, додатково додають сульфат алюмінію, при наступному співвідношенні компонентів, г/л:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	300
NaCl	50
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O	5-20.

40 Опір ізоляції (R<sub>із</sub>) одержаних оксидних покриттів вимірювали за допомогою тераметра Е6-13А.

Введення в розчин сульфату алюмінію змінює морфологію та властивості оксидного шару.

Рентгенофазовий аналіз показав наявність у покриттях оксиди заліза, хрому, нікелю, алюмінію.

45 Проведемо зрівняльну характеристику запропонованої корисної моделі та найближчого аналога (табл. 1).

Порівняльна характеристика корисної моделі і прототипу

	Найближчий аналог	Корисна модель
Матеріал	08X18H10	08X18H10
Склад електроліту, г/л	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -490 Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> -7,5	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -300 NaCl-50 Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O-5-20
t, °C	50	50-60
Режим процесу	імпульсний	імпульсний
Густина струму, А/дм <sup>2</sup>	0,081-0,14	25-60
Тривалість процесу, хв.	20-60	30-90
Товщина анодної плівки, мкм	0,260	5-10
Електричний опір ізоляції, Ом	-	0,61·4·10 <sup>6</sup>

Застосування запропонованого електроліту дозволяє отримувати оксидні покриття на нержавіючій сталі чорного кольору, з великим ступенем адгезії до основи і з високим електричним опором ізоляції.

5

Приклад 1

Пластину із нержавіючої сталі з площею поверхні 4 см<sup>2</sup> оксидували у розчині електроліту, який містить, г/л:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	300
NaCl	50
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O	5

Електроліз проводили в нестаціонарному режимі при тривалості імпульсу 2 с, тривалості паузи 2 с, густині струму 35 А/дм<sup>2</sup> впродовж 45 хвилин з використанням стандартного обладнання.

10

Отримано покриття чорного кольору добре зчеплене з основою. Електричний опір ізоляції 4·10<sup>6</sup> Ом.

Приклад 2

Пластину із нержавіючої сталі з площею поверхні 4 см<sup>2</sup> оксидували у розчині електроліту, який містить, г/л:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	300
NaCl	50
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O	15

Електроліз проводили в нестаціонарному режимі при тривалості імпульсу 1 с, тривалості паузи 1 с, густині струму 50 А/дм<sup>2</sup> впродовж 35 хвилин з використанням стандартного обладнання.

20

Отримано покриття чорного кольору добре зчеплене з основою. Електричний опір ізоляції 2·10<sup>6</sup> Ом.

Приклад 3

Пластину із нержавіючої сталі з площею поверхні 4 см<sup>2</sup> оксидували у розчині електроліту, який містить, г/л:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	300
NaCl	50
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O	10

Електроліз проводили в нестаціонарному режимі при тривалості імпульсу 5 с, тривалості паузи 5 с, густині струму 60 А/дм<sup>2</sup> впродовж 60 хвилин з використанням стандартного обладнання.

25

Отримано покриття чорного кольору добре зчеплене з основою. Електричний опір ізоляції 1·10<sup>6</sup> Ом.

30

Таким чином, використання запропонованого способу забезпечує формування на поверхні нержавіючої сталі оксидних шарів чорного кольору, добре зчеплених з основою, що мають достатньо високий електричний опір ізоляції.

Джерела інформації:

1. Спосіб електрохімічного оксидування нержавіючої сталі: пат. 119022 Україна: МПК C25D 11/34, C25D 9/06. № а201807699; заявл. 09.07.2018; опубл. 10.04.2019, Бюл. № 7.

35

2. Чумакова Е.А. Оксидирование изделий из нержавеющей стали для их интерференционного окрашивания / Е.А. Чумакова, Р.А. Мирзоев, И.К. Боричева // Труды СПбГТУ. - 2009. - № 510. - С. 62-69.

5 3. Мирзоев Р.А. Анодные процессы электрохимической и химической обработки металлов: учебное пособие / Р.А. Мирзоев, А.Д. Давыдов. - СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2013. - 382 с.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10 Спосіб формування захисних оксидних покриттів на нержавіючій сталі, який включає оксидування в водному електроліті, що містить сульфатну кислоту, хлорид натрію, який **відрізняється** тим, що водний електроліт додатково містить сульфат алюмінію, при наступному співвідношенні компонентів (г/л):

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	300
NaCl	50
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·18H <sub>2</sub> O	5-20.