



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **100330**

(13) **U**

(51) МПК

**C25D 11/02** (2006.01)

**C25D 11/06** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

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

<p>(21) Номер заявки: <b>u 2014 14175</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>30.12.2014</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>27.07.2015</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.07.2015, Бюл.№ 14</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Штефан Вікторія Володимирівна (UA), Смирнова Олександра Юрївна (UA), Лещенко Сергій Анатолійович (UA), Фоміна Лариса Петрівна (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</b></p>
--	---

**(54) ЕЛЕКТРОЛІТ ДЛЯ АНОДУВАННЯ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ**

**(57) Реферат:**

Електроліт для анодування титанових сплавів містить сульфатну кислоту та натрію хлорид. Додатково містить цирконію сульфат або натрію молібдат, або натрію вольфрамат.

**UA 100330 U**



Корисна модель належить до електрохімічних технологій, зокрема синтезу захисних покриттів на титанових сплавах, що містять у своєму складі сполуки цирконію, молібдену та вольфраму і може бути застосована у різноманітних галузях виробництва, наприклад в автомобільній, металургійній, машинобудівній, де до покриттів висувають вимоги щодо наявності корозійної стійкості та зносостійкості. Корисна модель може бути застосована при анодуванні титанових сплавів для захисту від високотемпературної корозії.

Відомим аналогом є електроліт для анодування титанових сплавів, що містить сульфатну та фосфатну кислоти та натрію хлорид [1]. Однак цей електроліт не дозволяє одержувати зносостійкі плівки, тому що утворюються тонкі плівки із низькою адгезією, що унеможлиблює їх використання в умовах тертя [1].

При нагріванні до 700 °С титанові сплави схильні до окиснення та утворення на поверхні крихкого оксидного шару, що переважно складається з  $TiO_2$  у модифікації рутилу [2]. При експлуатації виробів в умовах підвищених температур можливо спучення та відшаровування окремих ділянок цього окисненого шару та поява тріщин, що розповсюджуються углиб металу, знижують механічні властивості виробів, особливо в умовах тривалої експлуатації. Відомо, що при електрохімічному окисненні поверхні титанових сплавів, окрім  $TiO_2$ , у модифікації рутилу утворюється також оксид титану з кристалічною решіткою анатазу [2]. Анатаз стійкий до температури  $\approx 800$  °С і, на відміну від рутилу, має певну пластичність та стійкість у різних хімічних середовищах. Для забезпечення стабільності оксидних шарів при високих температурах необхідно підвищувати їх термостійкість та корозійну стійкість. Покриття, що матимуть ці властивості, можливо одержати при анодній обробці титану у водному електроліті, які містять кисневі сполуки елементів, що входять до складу електроліту [2].

Відомий аналог для отримання анодно-оксидних покриттів на титанових сплавах, що містить, г/л:

фосфорна кислота	20...35
сульфатна кислота	365...385
натрію молібдат	2,5...12
натрій вольфрамат	3,5...16,5
ренієва кислота	2,5...12,5.

[2]. Анодування проводять при густині струму 5-20 А/дм<sup>2</sup>, температурі від мінус 6 до мінус 12 °С до кінцевої напруги 200...250 В. Такий електроліт дозволяє одержувати оксидні покриття аморфної структури наступного фазового складу:  $TiO_2$ -анатаз;  $MoO_3$ ;  $WO_2$ ;  $ReO_3$ . До недоліків слід віднести високі значення напруги формування, необхідність значного охолодження електроліту та низьку товщину одержуваних оксидних шарів (11-22 мкм) [2].

Найближчим аналогом є спосіб [3], формування анодних покриттів на сплавах титану, полягає у тому, що процес проводять в електроліті, який містить сульфатну кислоту та натрію хлорид при такому співвідношенні компонентів, г/л:

сульфатна кислота	280...560,
натрію хлорид	60...190.

Анодування проводять при густині струму 2...4 А/дм<sup>2</sup> протягом 60 хвилин за напруги 40...50 В при температурі 40...50 °С. Такий спосіб дозволяє одержувати оксидні покриття білого кольору товщиною до 100 мкм. До недоліків найближчого аналога слід віднести відсутність відомостей про фазовий склад даних покриттів та їх корозійну стійкість в умовах високої температури.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки електроліту для формування оксидних покриттів на титанових сплавах із якісною адгезією до основи та корозійною стійкістю при підвищених температурах до 700 °С.

Поставлена задача вирішується тим, що анодування покриттів на титанових сплавах, проводять в електроліті, що містить сульфатну кислоту, натрію хлорид та цирконію сульфат або натрію молібдат, або натрію вольфрамат, при такому співвідношенні компонентів, г/л:

сульфатна кислота	300...450
натрію хлорид	80...150
цирконію сульфат	25...40
або натрію молібдат	25...40
або натрію вольфрамат	25...40.

Рентгенофазовий аналіз одержаних покриттів показав наявність оксиду титану у модифікаціях рутилу та анатазу. Синтезовані покриття білого кольору є суцільними, мають високу адгезію до основи.

Корозійні випробування одержаних покриттів проводили в муфельній печі при температурі 700 °С протягом 100 годин.

Зіставний аналіз корисної моделі і прототипу

Матеріал	Найближчий аналог сплави титану	Корисна модель сплави титану
Склад електроліту, г/л	сульфатна кислота 280...560	сульфатна кислота 300...450
	натрію хлорид 60...190	натрію хлорид 80...150
		цирконію сульфат 25...40
		або молібденово-кислий натрій 25...40
		або вольфрамво-кислий натрій 25...40
Режим процесу	гальваностатичний	гальваностатичний
Густина струму, А/дм <sup>2</sup>	2...4	2...4
Напруга процесу, В	40-50	40-50
Тривалість процесу, хв.	60	60
Температура, °С	40...50	40...50
Фазовий склад анодної плівки	-	TiO <sub>2</sub> (анатаз), TiO <sub>2</sub> (рутил)
Стан анодного оксидного покриття після термостатування (700 °С, 100 ч.)	-	Біле, однорідне, осередків корозії не виявлено

Застосування корисної моделі дозволяє отримати якісні оксидні покриття з великим ступенем адгезії та термостабільністю.

5 Приклад 1

Пластину із сплаву титану ОТ4-1 розміром 50×10×2 мм оксидували у розчині електроліту, який містить, г/л: сульфатна кислота - 320, натрію хлорид - 80, цирконію сульфат - 25 при густині струму 2,5 А/дм<sup>2</sup> впродовж 40 хвилин при перемішуванні електроліту.

Отримано покриття суцільне білого кольору з великим ступенем адгезії до основи.

10 Рентгенофазовий аналіз показав наявність наступних фаз:

TiO<sub>2</sub>(анатаз), TiO<sub>2</sub>(рутил), Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiS<sub>2</sub>, Zr<sub>3</sub>S<sub>4</sub>. Після нагрівання до 700 °С на покритті не виявлено жодних пошкоджень, тріщин тощо.

Приклад 2

15 Пластину із сплаву титану ВТ1-0 розміром 25×10×2 мм оксидували в розчині електроліту, який містить, тіл: сульфатна кислота - 400, натрію хлорид - 120 натрію молібдат - 30 при густині струму 3 А/дм<sup>2</sup> впродовж 50 хвилин при перемішуванні електроліту.

Отримано покриття суцільне білого кольору з великим ступенем адгезії до основи.

Рентгенофазовий аналіз показав наявність наступних фаз: TiO<sub>2</sub>(анатаз), TiO<sub>2</sub>(рутил), Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiS<sub>2</sub>, MoS<sub>2</sub>. Після нагрівання до 700 °С на покритті не виявлено жодних пошкоджень, тріщин тощо.

20 Приклад 3

Пластину із сплаву титану ВТ 1-0 розміром 25×10×2 мм оксидували в розчині електроліту, який містить, г/л: сульфатна кислота - 450, натрію хлорид - 150, натрію вольфрамат - 40 при густині струму 3,5 А/дм<sup>2</sup> впродовж 30 хвилин при перемішуванні електроліту.

Отримано покриття суцільне білого кольору з великим ступенем адгезії до основи.

25 Рентгенофазовий аналіз показав наявність наступних фаз: TiO<sub>2</sub>(анатаз), TiO<sub>2</sub>(рутил), Ti<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiS<sub>2</sub>, WO<sub>2</sub>. Після нагрівання до 700 °С на покритті не виявлено жодних пошкоджень, тріщин тощо.

Таким чином, використання корисної моделі забезпечує просте одностадійне формування на поверхні титанового сплаву анодних покриттів, що мають стійкість при підвищених температурах до 700 °С.

30 Джерело інформації:

1. Патент СССР № 476335, МПК C23B 9/00, опубл. в бюл. № 25 05.07.1975.

2. Патент РФ 2383664, МПК C25D 11/26 (2006.01), 10.03.2010.

3. Аверьянов Е. Е. Справочник по анодированию. - М.: Машиностроение, 1988. - 224с.

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5 Електроліт для анодування титанових сплавів, що містить сульфатну кислоту та натрію хлорид, який **відрізняється** тим, що додатково містить цирконію сульфат або натрію молібдат, або натрію вольфрамат, при такому співвідношенні компонентів, г/л:

сульфатна кислота	300...450
натрію хлорид	80...150
цирконію сульфат	25...40
або натрію молібдат	25...40
або натрію вольфрамат	25....40.

---

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

---

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

---

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601