



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118594** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
C23C 12/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

<p>(21) Номер заявки: u 2017 02862</p> <p>(22) Дата подання заявки: 27.03.2017</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.08.2017</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.08.2017, Бюл.№ 15</p>	<p>(72) Винахідник(и): Дегула Андрій Іванович (UA), Харченко Надія Анатоліївна (UA), Хижняк Віктор Гаврилович (UA), Лоскутова Тетяна Володимирівна (UA), Прокопенко Сергій Миколайович (UA), Сторожев Владислав Олександрович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007 (UA)</p>
--	---

(54) СПОСІБ ДИФУЗІЙНОГО ПОСЛІДОВНОГО ХРОМОТИТАНУВАННЯ СТАЛЕЙ В ОДНОМУ ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ЦИКЛІ

(57) Реферат:

Спосіб дифузійного послідовного хромотитанування включає завантаження до реакційної камери зразків, карбюризатора та порошку титану, герметизування камери, вакуумування, нагрів до температури насичення 1000-1050 °С, повторне вакуумування, введення чотирехлористого вуглецю 4-5 мл/м², ізотермічну витримку при температурі насичення протягом 2-4 годин та охолодження. В реакційну камеру додатково вводять порошок хрому і перед процесом титанування зразки піддають хромуванню протягом 2 годин. При цьому порошок титану до завантаження в робочу зону реакційної камери розташовують в стакані кришки реакційної камери.

UA 118594 U

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

5 Відомий спосіб хіміко-термічної обробки сталей при зниженому тиску 10^{-1} мм.рт.ст., який включає нагрів до температур 900-1100 °С та витримку в середовищі, що насичує протягом 1-6 г. Як вихідний реагент використовували порошок титану, чотирихлористий вуглець та деревне вугілля [1].

Недоліком покриттів, що нанесені на інструмент за відомим методом є низька припрацьовуваність покриттів при обробці різанням за рахунок високої крихкості та твердості 10 робочої поверхні, що може привести до руйнування ріжучої кромки.

За прототип вибрано спосіб титанування металевих виробів, який включає завантаження до камери сталевих зразків; 22 г/м² карбюратора та 78 г/м² порошку титану. Герметизування реакційної камери, вакуумування до тиску 10^{-1} мм.рт.ст., нагрів до температури насичення 1050 °С, повторне вакуумування до тиску 10^{-1} мм.рт.ст., введення чотирихлористого вуглецю 5 15 мл/м², ізотермічна витримка при температурі насичення протягом 4 годин [2].

Недоліком відомого способу є утворення на поверхні сталей карбідного покриття відносно малої товщини, порівняно низької жаростійкості та високої мікрокрихкості, що характерно для карбиду титану.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу титанування 20 металевих виробів, шляхом введення додаткової операції - хромування, що дозволить забезпечити збільшення товщини покриття та жаростійкості і зменшити його мікрокрихкість.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі дифузійного послідовного хромотитанування, який включає завантаження до реакційної камери зразків, карбюратора та порошку титану, герметизування камери, вакуумування, нагрів до температури насичення 1000- 25 1050 °С, повторне вакуумування, введення чотирихлористого вуглецю 4-5 мл/м², ізотермічну витримку при температурі насичення протягом 2-4 годин та охолодження, згідно з корисною моделлю, в реакційну камеру додатково вводять порошок хрому і перед процесом титанування зразки піддають хромуванню протягом 2 годин, причому порошок титану до завантаження в робочу зону реакційної камери розташовують в стакані кришки реакційної камери.

Використання способу, що заявляється, з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмінні, дає можливість проводити послідовне насичення двома карбідоутворюючими елементами в 30 одному технологічному циклі. В результаті такого насичення відбувається утворення покриття, яке складається з трьох послідовних шарів Cr₇C₃, Cr₂₃C₆, TiC, що підвищує загальну товщину покриття та його жаростійкість.

35 Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на Фіг. 1 показані криві зміни маси (ТГ), швидкості зміни маси (ДТГ) та зміни вмісту тепла (ДТА) з покриттями отриманими при титануванні, а на Фіг. 2 - криві зміни маси (ТГ), швидкості зміни маси (ДТГ) та зміни вмісту тепла (ДТА) з покриттями отриманими при послідовному хромотитануванні при окисленні зразків впродовж 1 години.

40 Спосіб дифузійного послідовного хромотитанування здійснюють в замкнутому реакційному просторі за зниженого тиску активної газової фази 10^{-1} мм.рт.ст. при температурі процесу 1050 °С впродовж чотирьох годин у два етапи в одному технологічному циклі. Як вихідні реагенти для нанесення покриттів використовувались порошки хрому і титану технічної чистоти. На першому етапі впродовж двох годин проводять хромування, після чого в робочу зону 45 вводився порошок титану. Порошок титану попередньо розміщують в стакані кришки камери, заблокованому конусним затвором. Затвор фіксується в нерухомому стані за допомогою магнітів [3]. Охолодження виробів проводять до кімнатної температури разом з камерою.

Приклад.

50 Спосіб дифузійного послідовного хромотитанування було випробувано в лабораторних умовах. Для нанесення покриття камеру зі зразком із сталі У8А та порошками хрому та титану і карбюратором герметизують, нагрівають до температури 1050 °С, вакуумують до тиску 10^{-1} мм.рт.ст., відключають насос, вводять чотирихлористий вуглець із розрахунку 5 мл/м², та здійснюють ізотермічну витримку протягом 2 годин (реалізується процес хромування). Після цього відкривають конусний затвор кришки стакану робочої камери і до реакційного середовища 55 потрапляє порошок титану. Після закінчення процесу титанування виробу охолоджують разом з камерою до кімнатної температури.

Рентгеноструктурні та металографічні дослідження було виконано з використанням відомих методів фізичного матеріалознавства.

60 Рентгеноструктурним пошаровим аналізом встановлено, що на поверхні зразків, отриманих при послідовному насиченні хромом і титаном, утворюється структура, яка складається з трьох

шарів: TiC, Cr₂₃C₆, Cr₇C. Загальна товщина карбідного покриття на сталі У8А становить близько 20 мкм.

Жаростійкість покриттів визначалась термогравіметричним методом на установці типу "Дериватограф Q-1500D". Випробування проводилось впродовж однієї години при нагріванні до температури 1100 °С.

Результати, отримані при дослідженні жаростійкості сталі У8А з покриттями після титанування і послідовного хромотитанування показали, що на диференціальних термічних кривих зміни вмісту тепла (ДТА) протягом часу спостерігається два спади при температурах 642 і 915 °С. Перший спад відповідає поліморфному перетворенню TiO₂ (α-анатаз) → TiO₂ (β-анатаз), другий - TiO₂ (β-анатаз) → TiO₂ (рутил) та супроводжується поглинанням тепла.

В свою чергу однокомпонентні покриття на основі карбіду титану мають невисоку жаростійкість — до 720 °С (Фіг. 1) [4]. На кривих зміни маси (ТГ) і швидкості зміни маси (ДТГ) сталі У8А після титанування при цій температурі починається інтенсивний приріст маси, що свідчить про його окиснення. Приріст маси після окиснення до температури 1000 °С протягом однієї години становить 0,023973 г/м².

Покриття, отримані послідовним насиченням хромом і титаном (Фіг. 2), мало окиснюються в інтервалі температур 760-780 °С, після чого на кривих зміни маси (ТГ) і швидкості зміни маси (ДТГ) змін не спостерігається. Це, напевно, пов'язано з наявністю в шарі при окисненні як оксиду титану TiO₂, так і оксиду хрому Cr₂O₃, який гальмує процес окиснення. Приріст маси після окиснення до температури 1000 °С протягом однієї години сталі У8А з хромотитановими покриттями становить 0,005479 г/м², що приблизно в 4,4 рази менше, ніж при титануванні.

Рентгеноструктурний аналіз окиснених зразків після титанування (таблиця а)) показав, що на поверхні утворилися оксиди титану TiO₂ і заліза Fe₂O₃. Після послідовного хромотитанування (таблиця б)) в шарі при окисненні утворюються як оксиди титану TiO₂, так і оксиди хрому Cr₂O₃. Це зумовлює вищу жаростійкість хромотитанових покриттів порівняно з однокомпонентним на основі TiC.

Покриття, отримані при послідовному насиченні вуглецевих сталей хромом і титаном, витримують нагрівання до температур 760 °С впродовж однієї години без значного окиснення. Оскільки температура нагріву при гартуванні сталі У8А і деяких інших вуглецевих сталей не перевищує 780 °С, то це дає можливість проводити термічну обробку значної групи інструментальних сталей з даним типом покриттів без застосування захисної атмосфери. При вищих температурах нагріву під гартування необхідно використовувати захисні атмосфери.

Таблиця

Результати рентгеноструктурного аналізу зразків сталі У8А з дифузійними титановими і хромотитановими покриттями

Вид обробки	Фазовий склад до окислення	Температура окислення, °С	Фазовий склад після окислення
а) Титанування*	TiC	600	TiO ₂ , TiC, α-Fe ₂ O ₃ , Feα
	TiC	800	α-Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄
б) Послідовне хромотитанування	TiC Cr ₇ C ₃ Cr ₂₃ C ₆	600	TiO ₂ , Cr ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄ , α-Fe ₂ O ₃ , Feα
	TiC Cr ₇ C ₃ Cr ₂₃ C ₆	800	TiO ₂ , α-Fe ₂ O ₃ , Cr ₂ O ₃ сліди Feα

* Згідно з прототипом

Таким чином, реалізація запропонованого способу дифузійного послідовного хромотитанування дозволить забезпечити формування якісного покриття, що в порівнянні з прототипом призводить до збільшення загальної товщини захисного покриття в 1,5-2,0 рази та підвищує жаростійкість в 1,2 рази.

Запропонований нами спосіб дифузійного послідовного хромотитанування можна використовувати в різних галузях промисловості для підвищення довговічності сталевих деталей, які працюють в умовах зносу, при підвищених температурах. Спосіб не складний з технологічної точки зору, вибухобезпечний, не потребує дорогого спеціалізованого обладнання та висококваліфікованого обслуговуючого персоналу, екологічно чистий.

Джерела інформації:

1. Диффузионные карбидные покрытия. В. Ф. Лоскутов, В. Г. Хижняк, Ю. А. Куницкий, М. В. Киндрачук. - К.: Техника, 1991. - 168 с.

5 2. Т. В. Лоскутова, В. Г. Хижняк, І. С. Погребова, М. М. Бобіна, А. І. Дегула. Жаростійкість карбідних покриттів, отриманих при послідовному насиченні сталі У8А хромом та титаном. / Т. В. Лоскутова, В. Г. Хижняк, І. С. Погребова, М. М. Бобіна, А. І. Дегула // К.: Наукові вісті НТТУ "КПІ", 2009. - № 6. - С. 93-97.

10 3. Пат. 53890 Україна, МПК С23С 12/00. Реакційна камера для нанесення дифузійних покриттів / Т. В. Лоскутова, М. М. Бобіна, В. Г. Хижняк, І. С. Погребова, А. Б. Бобін, А. І. Дегула, І. Ю. Медова. - № u201003540; заявник та патентовласник НТУУ "КПІ"; под. 26.03.2010 р.; опубл. 25.10.2010 р., Бюл. №20.

4. Шровец С, Вербер Т. Современные жаростойкие материалы. - М.: Metallurgiya, 1986. - 360 с.

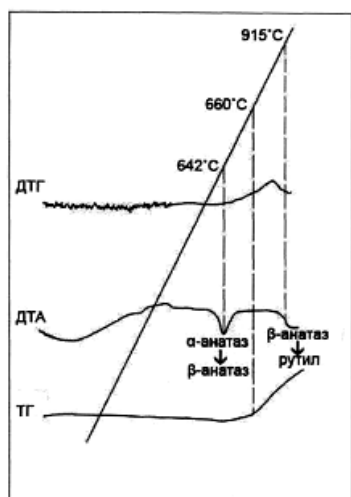
15

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

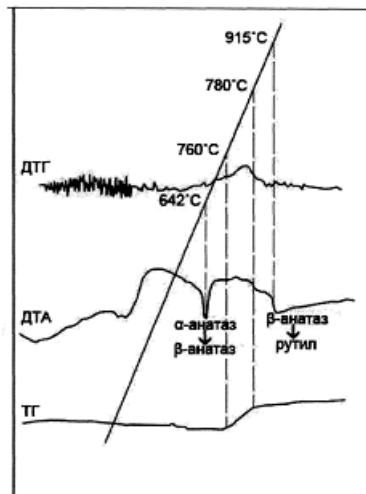
Спосіб дифузійного послідовного хромтитанування, що включає завантаження до реакційної камери зразків, карбюризатора та порошку титану, герметизування камери, вакуумування, нагрів до температури насичення 1000-1050 °С, повторне вакуумування, введення чотирьохлористого вуглецю 4-5 мл/м², ізотермічну витримку при температурі насичення протягом 2-4 годин та охолодження, який **відрізняється** тим, що в реакційну камеру додатково вводять порошок хрому і перед процесом титанування зразки піддають хромуванню протягом 2 годин, причому порошок титану до завантаження в робочу зону реакційної камери розташовують в стакані кришки реакційної камери.

20

25



Фіг. 1



Фіг.2

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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