



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **156872** (13) **U**
(51) МПК (2024.01)
C23C 12/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2023 06077**
(22) Дата подання заявки: **14.12.2023**
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **15.08.2024**
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **14.08.2024, Бюл.№ 33**

(72) Винахідник(и):
**Харченко Надія Анатоліївна (UA),
Говорун Тетяна Павлівна (UA),
Дегула Андрій Іванович (UA),
Івченко Олександр Володимирович (UA),
Ситніков Владислав Олегович (UA),
Юрченко Олександр Юрійович (UA),
Колесник Віталій Олександрович (UA),
Скиданенко Максим Сергійович (UA),
Жигилій Дмитро Олексійович (UA),
Зубко Владислав Миколайович (UA),
Алфьоров Олексій Ігорович (UA),
Литвиненко Ольга Вікторівна (UA)**

(73) Володілець (володільці):
**СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми,
40007 (UA)**

(74) Представник:
Гудков Сергій Миколайович

(54) СПОСІБ ДИФУЗІЙНОГО ХРОМОВАНADІЮВАННЯ СТАЛІ У8А

(57) Реферат:

Спосіб дифузійного хромованадіювання сталі У8А включає завантаження зразків, карбюризатора та порошку ванадію, вакуумування та нагрів до температури насичення 1000-1050 °С, повторне вакуумування, введення чотирихлористого вуглецю 4-5 мл/м², ізотермічну витримку при температурі насичення протягом 2 годин. Перед процесом ванадіювання зразки підлягають дифузійному хромуванню в порошок хрому, який розташовують в реакційній камері в спеціальному стакані з магнітним затвором, ізотермічна витримка проходить при температурі насичення 1050 °С протягом 2 годин, при цьому процеси хромування та ванадіювання реалізуються послідовно в одному технологічному циклі.

UA 156872 U

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

Відомий спосіб хіміко-термічної обробки сталей шляхом нанесення титанохромового карбідного покриття, що включає завантаження виробів та металізатору з вмістом порошку титану в герметичну реакційну камеру, нагрів до температури насичення 950-1100 °С, наступне вакуумування до тиску 10^{-1} мм рт. ст., введення чотирихлористого вуглецю, ізотермічну витримку при температурі насичення та охолодження, який відрізняється тим, що металізатор отримують як суміш порошків титану та хрому у співвідношенні 65-75 % порошку титану та 25-35 % порошку хрому [2].

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

За найближчий аналог до корисної моделі вибрано спосіб ванадіювання металевих виробів, який включає завантаження до реакційної камери зразків сталі У8А, карбюризатора та порошку ванадію, герметизування камери, вакуумування, нагрів до температури насичення 1000-1050 °С, повторне вакуумування, введення чотирихлористого вуглецю 4-5 мл/м², ізотермічну витримку при температурі насичення протягом 2-4 годин та охолодження [3].

Недоліком відомого способу є утворення на поверхні сталі У8А захисного покриття, яке характеризується відносно низькою жаростійкістю та адгезією з основою. Використання даного покриття обмежено відносно невисокими температурами та може призвести до розтріскування і відшарування від основи.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу дифузійної металізації, шляхом реалізації комплексного насичення а саме: додавання другого етапу насичення, а саме: дифузійного хромування, що дозволить підвищити жаростійкість, тріщиностійкість та адгезію покриття з основою.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб дифузійного ванадіювання, який включає завантаження зразків, карбюризатора та порошку ванадію [3]. Вакуумування та нагрів до температури насичення 1000-1050 °С, повторне вакуумування, введення чотирихлористого вуглецю 4-5 мл/м², ізотермічну витримку при температурі насичення протягом 2 годин, згідно корисної моделі, перед процесом ванадіювання зразки підлягають дифузійному хромуванню в порошку хрому, який розташовується в реакційній камері в спеціальному стакані з магнітним затвором, ізотермічна витримка проходить при температурі насичення 1050 °С протягом 2 годин. Процеси хромування та ванадіювання реалізуються послідовно в одному технологічному циклі.

Використання способу з усіма суттєвими ознаками, включаючи відмінні, дає можливість проводити послідовне насичення двома карбїдоутворюючими елементами в одному технологічному циклі.

В результаті такого насичення відбувається утворення покриття яке складається з двох послідовних шарів Cr₂₃C₆ і VC, що підвищує жаростійкість, тріщиностійкість та адгезію покриття з основою.

Спосіб дифузійного послідовного хромованадіювання включає завантаження зразків, карбюризатора, порошку хрому до реакційної камери та порошку ванадію до спеціального стакану з магнітним затвором [1]. Вакуумування та нагрів до температури насичення 1000-1050 °С, повторне вакуумування, введення чотирихлористого вуглецю 4-5 мл/м², ізотермічну витримку при температурі насичення впродовж 2-4 годин та охолодження. Слід зазначити, що процеси хромування та ванадіювання реалізуються послідовно в одному технологічному циклі.

Приклад

Спосіб дифузійного послідовного хромованадіювання було випробувано в лабораторних умовах. Для нанесення покриття камеру зі зразками зі сталі У8А та порошками хрому і ванадію та карбюризатором 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 потрапляє порошок ванадію. Після закінчення процесу ванадіювання вироби охолоджують разом з камерою до кімнатної температури.

Дані рентгеноструктурного та дюрOMETричного аналізів вказують на наявність на поверхні зразків двох карбідних шарів (Таблиця).

Результати рентгеноструктурного та дюрOMETричного аналізів сталі У8А після ХТО

Вид ХТО/параметри процесу	Фазовий склад	Період кристалічної ґратки, нм	Товщина покриття, мкм	Мікро твердість, ГПа
Ванадіювання: T=1050 °C, τ=4 год	V ₂ C	-	3,0	19,0
	VC	0,4166	18,0	23,3
Хромованадіювання: T=1050 °C, τ=(2+2) год	VC	0,4162	7,5	25,5
	Cr ₂₃ C ₆	1,0700	8,5	15,5

Таким чином, реалізація способу дифузійного послідовного хромованадіювання дозволить забезпечити формування якісного покриття, що у порівнянні з найближчим аналогом приведе до плавного зменшення твердості від поверхні до основи, до підвищення жаростійкості, тріщиностійкості та адгезії з основою.

Джерела інформації:

1. Патент № 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. № 20/2010.

2. Патент № 35217 Україна, МПК С23С 12/00. Спосіб нанесення титанохромового карбідного покриття/В.Г. Хижняк, М.М. Бобіна, А.Б. Бобін, Т.В. Лоскутова, І.С. Погребова, А.І. Дегула, М.В. Аршук Марина, О.М. Обернієнко. - № u200803926; заявник та патентовласник НТУУ "КПІ"; под. 28.03.2008 р.; опубл. 10.09.2008 р., Бюл. № 17/2008.

3. Harchenko N. Physico-chemical conditions of the surface modification process of steels by vanadium, carbon and nitrogen. Journal Nano-and Electronic Physics. 2014. Vol. 6, no. 4. P. 04021. URL: <https://jnep.sumdu.edu.ua/en/> (date of access: 28.11.2023).

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб дифузійного хромованадіювання сталі У8А, який включає завантаження зразків, карбюризатора та порошку ванадію, вакуумування та нагрів до температури насичення 1000-1050 °C, повторне вакуумування, введення чотирьохлористого вуглецю 4-5 мл/м², ізотермічну витримку при температурі насичення протягом 2 годин, який **відрізняється** тим, що перед процесом ванадіювання зразки підлягають дифузійному хромуванню в порошок хрому, який розташовують в реакційній камері в спеціальному стакані з магнітним затвором, ізотермічна витримка проходить при температурі насичення 1050 °C протягом 2 годин, при цьому процеси хромування та ванадіювання реалізуються послідовно в одному технологічному циклі.