



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **145913** (13) **U**
(51) МПК (2021.01)
C23C 12/00

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

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2020 05330	(72) Винахідник(и): Харченко Надія Анатоліївна (UA), Руденко Лідія Федорівна (UA), Дегула Андрій Іванович (UA), Саранчук Андрій Віталійович (UA), Кайдаш Дмитро Віталійович (UA), Івченко Олександр Володимирович (UA), Жигилій Дмитро Олексійович (UA), Панченко Віталій Олександрович (UA), Гладишев Дмитро Петрович (UA), Антонов Анатолій Павлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 17.08.2020	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 07.01.2021	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 06.01.2021, Бюл.№ 1	(73) Володілець (володільці): СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Римського-Корсакова, буд. 2, м. Суми, 40007 (UA)
	(74) Представник: Гудков Сергій Миколайович

(54) СПОСІБ ДИФУЗІЙНОГО ХРОМОСИЛІЦІЮВАННЯ СТАЛІ 12Х18Н10Т**(57) Реферат:**

Спосіб нанесення дифузійних покриттів включає завантаження до контейнера зразків сталі 12Х18Н10Т та порошкової насичуючої суміші, до складу якої входять хром порошковий, активатор та інертна добавка, для запобігання спіканню суміші, герметизування контейнера, нагрів до температури насичення 1000 °С, ізотермічну витримку при температурі насичення впродовж 10 годин. До складу порошкової насичуючої суміші входить кремній кристалічний, і порошкова насичуюча суміш має такий склад, мас. %:

хром порошковий (Cr)	50...54
кремній кристалічний (Si)	1,5...5,5
оксид алюмінію (Al ₂ O ₃)	42
хлорид амонію (NH ₄ Cl)	2.

UA 145913 U

Корисна модель належить до галузі хіміко-термічної обробки металів та може використовуватись в машинобудуванні, металургії і приладобудуванні з метою підвищення працездатності виробів за рахунок підвищення жаростійкості.

Відомий спосіб хіміко-термічної обробки сталей при зниженому тиску 10^4 Па, який включає нагрів сталевих зразків до температури 1050°C та ізотермічну витримку в середовищі, що насичує протягом 6 г. Як вихідний реагент використовували порошок хрому, порошок кремнію та чотирихлористий вуглець [1, 2].

Недоліком цього способу є необхідність застосування додаткового спеціального вакуумного обладнання.

За близький аналог вибрано спосіб порошкового хромоалітування сталі 12X18H10T, який включає завантаження до контейнера сталевих зразків; 46 % Cr+10 % Al+40 % Al_2O_3 +4 % NH_4Cl . Герметизування контейнера, нагрів до температури насичення 1050°C , ізотермічна витримка при температурі насичення впродовж 3 годин [3].

Недоліком відомого способу є утворення на поверхні сталі 12X18H10T захисного покриття відносно низької жаростійкості.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу хромоалітування сталі 12X18H10T, шляхом зміни складу насичуючої суміші, що дозволить підвищити жаростійкість досліджуваної сталі.

Поставлена задача вирішується тим, що у спосіб нанесення дифузійних покриттів, який включає завантаження до контейнера зразків сталі 12X18H10T та порошкової насичуючої суміші, до складу якої входять хром порошковий, активатор та інертна добавка, для запобігати спіканню суміші, герметизування контейнера, нагрів до температури насичення 1000°C , ізотермічну витримку при температурі насичення впродовж 10 годин, згідно з корисною моделлю, до складу порошкової насичуючої суміші входить кремній кристалічний, і порошкова насичуюча суміш має такий склад, мас. %:

хром порошковий (Cr) 50...54
кремній кристалічний (Si) 1,5...5,5
оксид алюмінію (Al_2O_3) 42
хлорид амонію (NH_4Cl) 2.

Завдяки використанню в порошковій насичуючій суміші кремнію утворюється захисний поверхневий шар. При подальшому нагріві складові захисного покриття беруть участь у формуванні щільної окисної (оксидної) плівки, що утрудняє дифузію газу в глиб металу і тим самим перешкоджає розвитку газової корозії. В цьому випадку ми можемо говорити про підвищення жаростійкості всього сплаву.

Спосіб здійснюється наступним чином:

Процес комплексного насичення поверхні сталі хромом та кремнієм проводять в порошкових сумішах в герметичних контейнерах. Проаналізувавши довідникові дані було підбрано оптимальний склад шихти карбюризатора, мас. %:

хром порошковий (Cr) 50...54
кремній кристалічний (Si) (використовували порошок феросплаву ФС70, вміст кремнію ~70 %) 1,5...5,5
оксид алюмінію (Al_2O_3) 42
хлорид амонію (NH_4Cl) 2.

Дифузійне легування поверхні елементами забезпечують тим, що відбувається введення в шихту кристалічного кремнію і порошкоподібного хрому, розмір фракції порошку повинен знаходитися в межах 200...300 мікрметрів. Для запобігання спіканню порошкової суміші в неї вводять оксид алюмінію. Як активатор процесу дифузії використовують хлорид амонію.

Для проведення процесу комплексного насичення поверхні сталі хромом та кремнієм зразки знежирюють за допомогою етилового спирту. Знежирені зразки опускають в контейнер із жароміцної сталі, на дні якого заздалегідь було внесено карбюризатор у неповному обсязі. Потім зразки засипають карбюризатором таким чином, щоб жоден із зразків не мав контакту між собою і стінками контейнера. Відстань між зразками і стінками контейнера має бути не менше 1 см.

Після того, як карбюризатор повністю покрив зразки, контейнер закривають металевою кришкою та загерметизовують за допомогою азбестової прокладки. Шви контейнера покривають вогнетривкою глиною.

Коли глина повністю висохла, контейнер відправляють в піч камерного типу. Нагрівання печі повинне відбуватися разом з контейнером. Процес комплексного насичення поверхні сталі хромом та кремнієм проводиться при температурі 1000°C впродовж 10 годин.

Після цього провели рентгеноструктурні, металографічні дослідження з використанням відомих методів фізичного матеріалознавства.

Рентгеноструктурним пошаровим аналізом встановлено, що на поверхні зразків, отриманих при насиченні хромом і кремнієм, утворилася структура, яка складається з карбіду заліза і хрому $(Cr, Fe)_7C_3$. Під зовнішнім шаром розташований шар твердому розчину кремнію в залізі.

Випробування на жаростійкість проводились згідно з ГОСТ 6130-71 ваговим методом по збільшенню маси зразків.

Для випробування зразки ретельно знежирюють та зважують з точністю до 0,1 мг.

Середовище у печі для випробування за хімічним складом повинне відповідати (бути наближеним) до середовища, в якому буде працювати випробовуваний матеріал. При визначенні жаростійкості ваговим методом по збільшенню маси зразка слід застосовувати спеціальні керамічні тиглі, що будуть завантажені до печі і не перешкоджають проникненню газового середовища і забезпечують збереження обсипання окислів.

Після проведення зважування зразків можна бачити різницю по збільшенню маси зразків без захисного шару та після проведення дифузійної металізації комплексним насиченням поверхні хромом та кремнієм (таблиця 1).

Таблиця 1

Результати випробувань сталі 12X18H10T на жаростійкість

Температура випробувань, °C	Номер зразка	Вага до проведення випробувань, г	Вага після проведення випробувань, г	Розміри зразка			Загальна площа поверхні зразка, мм ²	Збільшення маси зразка, г/м ²
				Зовнішній діаметр D, мм	Внутрішній діаметр d, мм	Висота h, мм		
800	1*	14,06040	14,08500	10,0	7,6	20,1	1177,1	20,9
	1	13,56455	13,59770	10,0	7,6	14,9	889,8	37,3
900	2*	14,94780	14,96295	10,0	7,6	20,1	1177,1	12,9
	2	13,21865	13,25500	10,0	7,6	15,0	895,3	40,6
1000	3*	15,29260	15,34590	10,0	7,6	20,3	1188,2	44,9
	3	13,48655	13,59900	10,0	7,6	14,9	889,8	126,4

* - позначення зразків, на яких була проведена хіміко-термічна обробка (ХТО)

Зразки після проведення ХТО мають вищі показники по збереженню своєї маси, що характеризує більшу жаростійкість сталі 12X18H10T з захисними покриттями в порівнянні з відповідним матеріалом без ХТО.

Приклад конкретного виконання способу

Процес комплексного насичення поверхні сталі 12X18H10T хромом та кремнієм (хромосиліціювання) проводився при температурі 1000 °C впродовж 10 годин в контейнерах з плавким затвором.

Хромосиліціювання проводили в порошкових сумішах в герметичних контейнерах при певному співвідношенні складових насичуючої суміші: феросиліцій, хром порошковий, оксид алюмінію, хлорид амонію. Враховуючи відсоткове співвідношення складових порошкової суміші, був розрахований ваговий вміст насичуючої суміші для проведення ХТО (таблиця 2).

Таблиця 2

Розрахунок шихти для приготування карбюризатора

Найменування компонента	Хімічна формула	Відсотковий вміст компонента, %	Ваговий вміст компонента, г
Феросиліцій ФС70	Fe-Si	3,5 (4,55)	33,3 (43,3)
Хром порошковий	Cr	52,5	500
Оксид алюмінію	Al ₂ O ₃	42	400
Хлорид амонію	NH ₄ Cl	2	19,05

Джерела інформації:

1. Погребова І.С. Фізико-хімічні умови комплексного насичення вуглецевої сталі 45 кремнієм та хромом у середовищі хлору / І.С. Погребова, К.В. Янцевич, В.Г. Хижняк, Т.В. Лоскутова // Наукові вісті НТУУ "КПІ": науково-технічний журнал. - 2014. - № 6(98). - С. 102-105. - Бібліогр.: 9 назв.
2. Погребова І.С. Жаростійкість дифузійних хромосиліцидних покриттів, нанесених на вуглецеві сталі / І.С. Погребова, К.В. Янцевич // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". - 2011. - № 2. - С. 152-155.
3. Хижняк В.Г. Газова корозія хромоалітованої сталі 12Х18Н10Т / В.Г. Хижняк, М.В. Аршук, О.В. Хижняк, Т.В. Лоскутова // Наукові вісті Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут". - 2012. - № 6. - С. 110-114.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб нанесення дифузійних покриттів, який включає завантаження до контейнера зразків сталі 12Х18Н10Т та порошкової насичуючої суміші, до складу якої входять хром порошковий, активатор та інертна добавка, для запобігання спіканню суміші, герметизування контейнера, нагрів до температури насичення 1000 °С, ізотермічну витримку при температурі насичення впродовж 10 годин, який **відрізняється** тим, що до складу порошкової насичуючої суміші входить кремній кристалічний, і порошкова насичуюча суміш має такий склад, мас. %:

хром порошковий (Cr)	50...54
кремній кристалічний (Si)	1,5...5,5
оксид алюмінію (Al ₂ O ₃)	42
хлорид амонію (NH ₄ Cl)	2.