



УКРАЇНА

(19) UA (11) 75728 (13) C2
(51) МПК
C23C 10/36 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ТЕРМОДИFUЗІЙНОГО ЦИНКУВАННЯ

1

(21) 2004042700

(22) 09.04.2004

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.

(72) Гурман Володимир Григорович, Корецький
Георгій Михайлович, Купрій Сергій Васильович,
Черкаська Марина Володимирівна(73) Гурман Володимир Григорович, Корецький
Георгій Михайлович, Купрій Сергій Васильович,
Черкаська Марина Володимирівна

(56) RU 02117717 C1, 20.08.1998

RU 2147046 C1, 27.03.2000

RU 2180018 C1, 27.02.2002

RU 2221899 C1, 20.01.2004

(57) Спосіб термодифузійного цинкування, який
складається з того, що в обертовий контейнер
завантажують сталеві вироби і насичувальну су-

2

міш, яка включає цинковий порошок і інертний матеріал, потім закривають контейнер, нагрівають і витримують, який **відрізняється** тим, що у насичувальну суміш додатково вводять хлористий амоній, нагрівають до температури 420-480 °С і витримують при цій температурі і швидкості обертання контейнера 2-6 об/хв в умовах атмосферного тиску протягом 40-80 хвилин, а цинковий порошок дисперсністю 50-200 мкм завантажують з розрахунку 0,075-0,1 кг на кожні 10 мкм необхідної товщини покриття 1м² поверхні, яка цинкується, при наступному співвідношенні компонентів насичувальної суміші, мас. %:

цинковий порошок	3,5-10
хлористий амоній	0,4-0,6
інертний матеріал	решта.

Винахід відноситься до хіміко-термічної обробки, зокрема до процесу термодифузійного цинкування сталевих виробів у порошкових середовищах. Може бути використаний в машинобудуванні, транспортній, хімічній галузях промисловості, будівельних конструкціях з метою захисту сталевих виробів, труб, кріпильного матеріалу від корозії в атмосферних умовах, агресивних середовищах та підвищення експлуатаційних характеристик виробів.

Відомий спосіб термодифузійного цинкування відповідно до [патенту RU №2117717 C1, МПК C23 C10/36 від 16.09.1997р. „Спосіб нанесення цинкового покриття і технологічна лінія його здійснення“].

Відомий спосіб нанесення цинкового покриття шляхом термодифузійного цинкування, включає завантаження виробу чи партії виробів у реторту поворотної електричної печі, засипання насичуючої суміші, герметизацію реторти, нагрівання до заданої температури і витримку при цій температурі. При цьому використовують насичуючу суміш, яка містить 95-99% цинку. Після завершення нагрівання при досягненні температури 380-600°C роблять скидання тиску з реторти, знову герметизують її та здійснюють витримку при цій

температурі протягом періоду, необхідного для утворення необхідної товщини покриття, після чого вивантажують вироби з реторти.

До недоліків відомого способу варто віднести високу вартість насичуючої суміші, яка містить 95-99% кошовного цинку. При цьому велика частина цинку залишається невикористаною. Крім того, технологічний цикл відомого способу трудомісткий і тривалий, що визначає низьку продуктивність способу.

Відомий спосіб термодифузійного цинкування сталевих виробів у порошкових сумішах, [Проскуркін Е.В. та інші „Цинкование“, Довідник. - М. „Металлургия“, 1988р. с. 403], що містить цинковий пил у кількості 20 і більш мас % цинку та решта - інертний наповнювач (пісок, оксид алюмінію, вогнетривка глина).

Деталі разом з цинковим пилом завантажують у сталеві заварені або в патрони, що мають фланці і азбестові прокладки, і цинкують при температурі 350-600°C.

У відомому способі витрати цинку важко прогнозувати, оскільки вміст порошкової суміші складено без обліку впливу всіх параметрів технологічного циклу на кінцевий результат цинкування - необхідну товщину і якість покриття

(13) C2

(11) 75728

(19) UA

виробів, площа покриття яких коливається від десятків до сотень квадратних метрів.

Через це, як і в попередньому аналогові, частина цинку може залишитися невикористаною в насичуючій суміші чи, навпаки - цинку може не вистачити для необхідної товщини покриття всієї площі покриття виробів, тому що загальна маса цинку залежить від обсягу шихти, величина якого постійна для конкретного патрона.

Відомий спосіб термодифузійного цинкування відповідно до [патенту RU №2147046 С1, МПК 7 С23 С10/36 від 27.03.2000р.], що полягає в тому, що в герметичний обертотий реактор завантажують сталеві деталі і насичуючу суміш, яка складається з інертного матеріалу і цинкового порошку, нагрівають і витримують при t^0 390°–430°С в інертній атмосфері. При цьому, порошок цинку беруть високодисперсний, фракції 4-60 мкм, у кількості 0,10-0,20 кг на 1м² поверхні сталевих деталей, які цинкуються. Інертний носій завантажують у реактор від 40 до 100 мас % до ваги виробів.

Відомий спосіб намагається вирішити задачу безвідхідного використання порошку цинку на основі урахування взаємозв'язку параметрів витрат порошку цинку і площі покриття поверхні виробів. Однак очевидно, що 0,10–0,20 кг цинку, при рівномірному нанесенні його на поверхню в 1м² вистачить тільки на шар товщиною 15-28мкм, за умови абсолютно повного використання цинку на покриття. На практиці, хоча б невелика частина цинку залишається в шихті, тому товщина покриття буде менше. Для забезпечення більш повного використання цинку в термодифузійному процесі беруть високодисперсний порошок цинку, фракції 4-60мкм. Однак, в умовах t 390°-430°С, тобто температур близьких до температури початку плавлення цинку (420°С) спостерігається часткове оплавлення окремих скупчень мікродисперсних часточок порошку і їхнє налипання на поверхню оброблюваних виробів, що знижує якість покриття.

Тим часом, відповідно до діючих стандартів, наприклад ТУУ-14-8-28-2000 від 28.03.2000р. труби, оцинковані дифузійним методом, поставляються двох класів по товщині покриття:

1-ий клас – труби, що мають залізоцинковий шар покриття загальною товщиною не менш 60 мкм;

2-ий клас – труби, що мають залізоцинковий шар покриття загальною товщиною не менш 30 мкм.

Такий шар покриття відомий спосіб забезпечити не зможе.

Існує цілий ряд кріпильних виробів, що мають дрібне різьблення, яке вимагає покриття менш 15 мкм. У цьому випадку в процесі дифузійного цинкування частина цинку залишиться невикористаною, тобто спосіб не буде безвідхідним.

Таким чином, до основних недоліків відомого способу термодифузійного цинкування варто віднести недостатні функціональні можливості, що забезпечують покриття негарантованої якості тільки для вузького класу виробів, для яких достатня товщина шару покриття в межах 15 - 28 мкм.

Задачею цього винаходу є розширення функціональних можливостей способу

термодифузійного цинкування за рахунок забезпечення якісного покриття заданої товщини для великого класу виробів у широкому діапазоні товщини шару покриття, за умови повного використання цинку на технологічний цикл.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі термодифузійного цинкування, який складається з того, що в обертотий контейнер завантажують сталеві вироби і насичуючу суміш, яка включає цинковий порошок і інертний матеріал, потім закривають контейнер, нагрівають і витримують, відповідно до винаходу, у насичуючу суміш додатково вводять хлористий амоній, нагрівають до температури 420°-480°С і витримують при цій температурі і швидкості обертання контейнера 2–6 об/хв в умовах атмосферного тиску протягом 40-80 хвилин, а цинковий порошок дисперсністю 50-200 мкм завантажують з розрахунку 0,075-0,1 кг на кожні 10 мкм необхідної товщини покриття 1 м² поверхні, яка цинкується, при наступному співвідношенні компонентів насичуючої суміші, мас %:

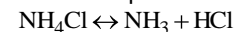
цинковий порошок -3,5-10;

хлористий амоній -0,4-0,6;

решта - інертний матеріал.

Суть способу, що заявляється, полягає в тім, що всі параметри технологічного циклу оптимізовані з урахуванням їх впливу на кінцевий результат - одержання якісного покриття заданої, практично будь-якої товщини, визначеної стандартом або вимогою споживача при повному використанні необхідного для досягнення результату цинку.

Введений у насичуючу суміш хлористий амоній при нагріванні створює аміачне середовище в контейнері:



Аміачне середовище є каталізатором процесу цинкування й інтенсифікує процес. При цьому не потрібно підвищеного тиску в контейнері - процес йде при нормальному атмосферному тиску.

Температура 420-480°С забезпечує повне розплавлення цинкового порошку, розподіленого в масі інертного матеріалу. Суміш нагрівають до температури плавлення і вище, потім витримують при перемішуванні, що забезпечується швидкістю обертання контейнера 2–6 об/хв. При цьому відбувається транспортування насичуючої суміші до всіх доступних поверхонь виробів.

Вміст у суміші цинкового порошку з розрахунку 0,07 5-0,1кг на кожні 10мкм необхідної товщини покриття 1м² поверхні, яка цинкується, зв'язує три параметри - вміст цинкового порошку в суміші, площу покриття і товщину покриття. Нижня границя близька до ідеальних умов процесу, тобто повного використання цинку на покриття площі в 1м² шаром 10мкм:

$$M_{Zn} = \rho \cdot h \cdot S = 7,14 \text{ г/см}^3 \cdot 0,001 \text{ см} \cdot 10000 \text{ см}^2 = 71,4 \text{ м} = 0,0714 \text{ кг},$$

де M_{Zn} - маса цинку,

ρ - щільність цинку,

h - товщина покриття,

S - площа поверхні, що покривається.

За умовою того, що цинковий порошок крім цинку містить і інші включення, на практиці в

залежності від змісту чистого цинку в порошку використовують для розрахунку вищевказаний діапазон 0,075–0,1 кг.

Вміст у суміші цинкового порошку більш, ніж 0,1 кг на кожні 10 мкм шару недоцільно, тому що це веде до непродуктивної витрати дорогого цинку.

Вміст у суміші інертного матеріалу 89,4–96,1% мас дозволяє забезпечити транспортування часточок цинку до всіх доступних поверхонь виробів, при цьому витримується співвідношення загального вмісту цинку в суміші 3,5–10 % мас, тому що обсяг усієї маси суміші мало підпадає змінам і коливається у межах 42–47% обсягу контейнера в залежності від обсягу виробів, що завантажуються.

Дисперсність цинку 50–200 мкм при температурі вищій за температуру плавлення цинку дозволяє одержати гомогенну суміш розплавленого цинку і інертного матеріалу для якісного рівномірного покриття.

Час витримки 40–80 хвилин вибирають в залежності від товщини шару покриття, який необхідно одержати. Заявлений час витримки, за умови активації процесу, достатній для отримання якісного покриття. При цьому, в порівнянні з прототипом, за рахунок суттєвого зменшення часу витримки продуктивність процесу підвищується.

Таким чином, функціонально зв'язані всі параметри технологічного циклу процесу, які складають сукупність ознак способу, що заявляється.

Приведена сукупність ознак технічного рішення способу термодифузійного цинкування, що заявляється, дозволяє вирішувати поставлену задачу: розширення функціональних можливостей способу за рахунок забезпечення якісного покриття заданої товщини для великого класу виробів у широкому діапазоні товщини шару покриття від декількох мікронів до десятків мікронів за умови повного використання цинку на технологічний цикл.

При цьому слід відзначити додатковий ефект - підвищення продуктивності способу в порівнянні з прототипом.

Унаслідок розширеного пошуку по патентній і науково-технічній літературі по відповідним рубриках МПК і УДК, сукупність суттєвих ознак, що цілком або частково збігалася б з технічним рішенням, що заявляється, і дозволяла б вирішувати поставлену задачу, не виявлена в жодному технічному рішенні.

Отже, технічне рішення, що заявляється, відповідає критерію „новизна”.

З відомого рівня техніки сукупність суттєвих ознак технічного рішення, що заявляється, з очевидністю не випливає.

Отже, технічне рішення, що заявляється, відповідає критерію „винахідницький рівень”.

Технічне рішення, що заявляється, випробувано в промислових умовах.

Отже, технічне рішення, що заявляється, відповідає критерію „промислова придатність”.

Це підтверджується прикладом конкретної реалізації способу.

Приклад № 1

У контейнер робочого обсягу 3,84м³

(D=630мм, довжина 6,1 м) завантажили насичуючу суміш і виробу - труби ДУ-15, 6м довжиною в кількості 342 шт.

Площа поверхні для покриття складає:
0,754м² 342=258м².

Необхідна товщина покриття 30мкм згідно ТУУ 14-8-28-2000.

Кількість цинкового порошку взяли з розрахунку:

0,085 258 3 ≈ 66кг фракції 50–200 мкм.

Таким чином, склад суміші наступний:

- цинковий порошок - 66кг (7%);

- NH₄Cl -4,5кг (0,48%);

- Інертний матеріал -872,5кг (92,58%).

Після цього контейнер, який забезпечений газовідвідною трубою для нормалізації тиску всередині контейнеру, щільно закупорили й помістили до печі. Далі контейнер, що обертається в печі зі швидкістю 5 об/хв., нагріли до t⁰=440°C та витримали при цій температурі 40 хвилин. Після цього контейнер охолодили, зсипали суміш та витягнули оцинковані труби, після чого провели вимір товщини покриття. В результаті технологічного циклу однорідне покриття склало задану товщину - 30мкм.

У таблиці №1 наведені інші приклади, які підтверджують конкретну реалізацію способу з заявленою сукупністю суттєвих ознак.

Приклад №2 демонструє отримання заданої товщини покриття в 26мкм при завантаженні цинкового порошку в кількості 0,195кг на 1м² поверхні сталевих виробів за 40 хвилин витримки при температурі 430°C. Дисперсність порошку 50–200мкм при обертанні контейнера з швидкістю 5об/хв за умови аміачного середовища забезпечили якісне рівномірне покриття. Для порівняння, у прототипі за 120 хвилин одержують покриття товщиною, яка коливається 26–28мкм.

Приклади №4,5 демонструють функціональні можливості технічного рішення, що заявляється, - одержання якісного покриття товщиною 30 і 60мкм. Для порівняння, технічне рішення, згідно прототипу, покриття такої товщини забезпечити не в змозі.

Приклади №6,7 демонструють вплив каталізатора на процес термодифузійного цинкування. У прикладі №6 хлористий амоній відсутній - в результаті отримали менший шар покриття, ніж заданий. У прикладі №7 хлористого амонію включили до суміші більше, ніж у заявленому діапазоні. Результат не відрізняється від прикладу, де вміст хлористого амонію в суміші відповідає заявленому діапазону. Тобто, збільшення вмісту хлористого амонію недоцільне.

Приклад №8 демонструє недоцільність проведення процесу при температурах, вищих за заявлену. При підвищенні температури витримки до 485, 490, 500°C результат процесу не змінюється, тобто отримали, як і при заявлених температурах 420–480°C, задану товщину покриття високої якості.

Таким чином, технічне рішення способу термодифузійного цинкування, що заявляється, забезпечує оптимізацію всіх параметрів процесу, завдяки чому в результаті одержують очікувану

7

75728

8

товщину і високу якість покриття при відсутності непродуктивних витрат.

Таблиця №1

№ приклада	Необхідна товщина покриття, мкм	t°C цинкування	Кількість NH ₄ Cl, %	Дисперсність цинкового порошку, мкм	Завантаження цинкового порошку на м ² поверхні, кг	Кількість оборотів в хв.	Час витримки, хв.	Отримана товщина покриття, мкм	Зовнішній вигляд покриття
Про тоти	Заздалегідь не задається	390	-	4-60	0,2	Немає даних	120	26-28	Рівномірний, сірого кольору
2.	26	430	0,5	50-200	0,195	5	40	26	Рівномірний, сірого кольору
3.	28	430	0,5	50-200	0,21	5	40	28	Рівномірний, сірого кольору
4.	30	440	0,48	50-200	0,225	5	40	30	Рівномірний, сірого кольору
5.	60	480	0,5	50-200	0,45	3	80	60	Рівномірний, сірого кольору
6.	30	440	-	50-200	0,225	5	50	10	Нерівномірний, неоднорідний колір
7.	30	440	0,7	50-200	0,225	5	40	30	Рівномірний, сірого кольору
8.	30	485,490,500	0,48	50-200	0,225	5	40	30	Рівномірний, сірого кольору