



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2502054

(22) 13.02.2025

(46) Бюл. 230, 2026

(71) Российско-Таджикский (Славянский) универси-
тет (TJ)

(72) Ганиев И.Н. (TJ), Бердиев А.Э. (TJ), Шукурова
Ш.Г. (TJ), Абдухоликова П.Н. (TJ), Амиров А.Дж.
(TJ), Алихонова С.Дж. (TJ), Аминова Н.А. (TJ), Али-
ева Л.З. (TJ).

(73) Российско-Таджикский (Славянский) универси-
тет (TJ)

(54) **СПОСОБ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ**

(56) 1. Патент Германии №3639556, МПК C23C2/02
C23C2/06, опубл. 01.06.1988г.

2. Патент SU 100170 A, МПК C23C2/02 C23C2/06,
класс 486.4).

3. Патент RU№2209846C2 C23C2/06 от, опубл.
10.08.2003г.

(57) Изобретение относится к области металлургии, в
частности к способу горячего цинкования стальных
изделий для защиты их от коррозии.

Способ горячего цинкования включающий
полное расплавление цинка, **отличающийся**, тем что

2

в глубь расплава при температуре 480-500°C
коколычком вводят расчётное количество по
крайней мере одного металла из группы
редкоземельных элементов в количестве 0,01÷0,5
мас.%, перемешивают, выдерживают 20-25 мин.,
снимают шлак с поверхности и производят процесс
горячего цинкования стальных изделий.

Экономический эффект от использования
изобретения как защитного покрытия стальных
изделий заключается в продлении срока службы
защищаемых изделий и сооружений на 10-15% и
более за счёт повышения их коррозионной
стойкости. Повышение коррозионной стойкости
покрытия на 10% позволяет уменьшить расход
защитного покрытия тоже 10%. При стоимости 1тн
цинкового сплава 4600 \$ США снижение массы
защитного покрытия на 10% при объеме
производства 1000 тн. сплава экономический
составляет 100тн x 4600\$ = 460.000\$ США.

Изобретение относится к области металлургии, в частности к защите стальных изделий от коррозии путем нанесения цинкового покрытия. Способ горячего цинкования, предусматривает по меньшей мере, использование соответственно одной обезжиривающей, травильной и флюсовой ванн.

Аналогом заявляемого способа является "Способ горячего цинкования" по патенту Германии №3639556 (01.06.1988) [1].

Общим между заявляемым изобретением и аналогом изобретения является то, что в обоих изобретениях рассматривается технология нанесения защитного покрытия на поверхности стальных изделий для защиты их от коррозии.

Другой известный способ получения коррозионно-стойкого декоративного цинкового покрытия предусматривает обработку оцинкованной поверхности в растворе, состоящем из хромового ангидрида, азотной кислоты и серной кислоты, отличающийся тем что, с целью повышения антикоррозионной стойкости покрытия оцинкованную поверхность погружают на 8-15 сек в раствор из 230 г/л хромового ангидрида (Cr_2O_3), 25 г/л азотной кислоты (HNO_3), и 25 г/л серной кислоты (H_2SO_4), после чего промывают холодной, а затем горячей содой с температурой не ниже 60°C. (Патент SU 1001170А, класс 486,4) [2].

Прототипом заявляемого способа является изобретение "Способ непрерывного горячего цинкования полосы" по патенту RU №2209846С2 С23С2/06 от 10.08.2003. Изобретение относится к области нанесения металлических покрытий из цинка, алюминия и их сплавов на изделия, в частности на наружную поверхность полосы.

Способ включает подготовку поверхности полосы, нанесение на нее цинкового покрытия путем погружения в ванну с расплавом цинка, удаление отходов горячего цинкования из ванны, при котором осуществляют их сбор и выемку, и последующее охлаждение полосы [3].

Недостаток данного способа заключается в том, что он не обеспечивает достаточный уровень защиты стальных полос от коррозии.

Цель изобретения заключается в разработке способа горячего цинкования путём легирования цинка представителями редкоземельных металлов (РЗМ).

Для достижения поставленной цели предлагается в качестве легирующего компонента металлического цинка использовать по крайней мере один металл из группы редкоземельных металлов (La, Ce, Pr). Процесс ввода в расплав цинка металлов осуществляется заявляемым способом при 480-500 °С, что позволяет сохранить в составе сплавов расчётное количество активных редкоземельных металлов в количестве 0,01-0,5 мас. %.

Примеры осуществления предложенного способа представлены в таблице. В разогретый до 480°C графитовый тигель загружают и расплавляют цинк и далее в полученный расплав вводят один металл из группы редкоземельных металлов в завернутом в алюминиевой фольге вида с помощью колокольчика. Колокольчик с редкоземельным

металлом проникают в глубь расплава и на том же уровне перемешивают до полного растворения металла. Расплав отстаивают 20-25 мин. Снимают шлак и отливают пробы для исследования.

Исследование коррозионно-электрохимического поведения цинкового защитного покрытия, легированного по крайней мере одним элементом из группы редкоземельных металлов, проводилось в растворе хлорида натрия с концентрацией 3.0%, с помощью потенциостата ПИ-50.1.1 с выходом на программатор ПР-8 и самописцем ЛКД-4. Температура раствора в ячейке поддерживалась постоянная (20°C) с помощью термостата МЛШ-8. Электродом сравнения служил хлорид-серебряный, вспомогательным - платиновый электрод.

Исследование коррозионных и электрохимических свойств цинковых покрытий с редкоземельными металлами проводилось в потенциостатическом режиме со скоростью развёртки потенциала 2 мВ/с.

Электроды потенциодинамически анодно поляризовали от установившегося значения стационарного потенциала до резкого возрастания тока (до постоянного значения тока 1А), затем в обратном направлении до значения потенциала - 1.5 В, при котором происходит восстановление оксидной пленки. Далее образцы снова поляризовали в положительном направлении до потенциала питтингообразования. Из полученных потенциодинамических кривых определяли основные электрохимические характеристики сплавов: потенциал коррозии $E_{\text{кор}}$ и ток коррозии $i_{\text{кор}}$, потенциалы питтингообразования $E_{\text{п.о.}}$ и репассивации $E_{\text{реп}}$.

Скорость коррозии определялся по формуле: $K = i_{\text{кор}} \cdot k$, где k - электрохимический эквивалент, численное значение которого для цинка составляет 1.22 г/(А-час). Воспроизводимость измерения электрохимических потенциалов равнялся $\pm 2 \div \pm 5$ мВ, а плотность тока коррозии составляла (0,001 - 0,005) 10^{-2} А/м².

Как видно из таблицы, сплавы цинка №№2-13, содержащие редкоземельные металлы в заявленных пределах, имеют высокие электрохимические характеристики, причем наибольшее значение рабочего потенциала и скорость коррозии имеют сплавы №5, №9, №13. Для сравнительной оценки на основе того же цинка был приготовлен образец, по известному способу взятый за прототип (№1).

Как видно из таблицы, электрохимические характеристики и скорость коррозии сплава цинка с редкоземельными металлами, полученного предлагаемым способом приготовленного на основе цинка на 10-20% ниже металлического цинка.

Механизм действия редкоземельных металлов на коррозионноэлектрохимические свойства металлического цинка (прототип) заключается в изменении, т.е. измельчении его микроструктуры путём абсорбирования на поверхности первичных выделений фаз в процесс их кристаллизации из расплава и последующего

затормаживания их роста. Редкоземельные металлы, являясь известными модификаторами структуры сплавов широко используются в процессе плавки и литья алюминиевых сплавов. В нашем случае модифицирующая их способность использовалась для металлического цинка. Происходящие в результате модификации редкоземельными металлами структурные изменения способствуют увеличению коррозионной стойкости цинка как защитного покрытия стальных изделий.

Использование предлагаемого способа получения сплавов по сравнению с прототипом позволит изготавливать из них более дешевые защитные покрытия с высокими электрохимическими характеристиками и достаточным сроком службы, которые могут использоваться для защиты от коррозии стальных изделий и конструкций.

Так легирование 0,5% лантаном исходного цинка позволяет на 10% снизить его скорость

коррозии (пример №5); легирование 0.5% церием на 15% снижает скорость коррозии исходного цинка (пример №9); легирование исходного цинка празеодимом на 20% снижает скорость его коррозии в среде 3%-ного NaCl (пример №13).

Например, повышение коррозионной устойчивости цинкового защитного покрытия, содержащего редкоземельными металлами на 10% позволяет на столько же уменьшить расход цинка, при одинаковых сроках службы защищаемых изделий.

Если принимать во внимание, что стоимость 1тн. металлического цинка, составляет 4600\$ США, уменьшение расхода цинка как защитного покрытия на 10% от объема 1000 тн. в экономическом плане составляет 100 тн., что в денежном выражении равняется $100 \cdot 4600 = 460.000\$$ США.

Формула изобретения

Способ горячего цинкования, включающий полное расплавление цинка, **отличающийся тем, что** в глубь расплава при температуре 480-500°C колокольчиком вводят по крайней мере один металл из группы редкоземельных элементов в количестве

0,01 ÷ 0,5 мас. %, перемешивают, выдерживают 20-25 мин., снимают шлак с поверхности и производят горячее цинкование изделий в расплаве.

СПОСОБ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ

Таблица

Композиционно-электрохимические характеристики метатипического цинка с лантаном, церием и празеодимом, в среде электролита 3%-ного NaCl

№	Содержание лантана, церия, празеодима в цинке	Электрохимические потенциалы (х.с.э.), В		Скорость коррозии	
		-E _{св.кор.}	-E _{п.о.}	i _{кор.} ·10 ² , А/м ²	K·10 ³ , г/м ² ·ч
1	Zn	1,003	0,750	9,2	112,2
2	+0.01 La	0,970	0,717	9,1	111,0
3	+0.05 La	0,958	0,708	8,9	108,5
4	+0.1 La	0,945	0,699	8,7	106,1
5	+0.5 La	0,933	0,690	8,5	103,7
6	+0.01 Ce	0,961	0,706	8,6	104,9
7	+0.05 Ce	0,949	0,697	8,4	102,4
8	+0.1 Ce	0,934	0,688	8,2	100,0
9	+0.5 Ce	0,922	0,679	8,0	97,6
10	+0.01 Pr	0,950	0,695	8,3	101,2
11	+0.05 Pr	0,938	0,686	8,1	98,8
12	+0.1 Pr	0,927	0,677	7,9	96,3
13	+0.5 Pr	0,911	0,668	7,7	93,9

Компьютерный набор: Газиев М.

Заказ	Тираж	Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а		