



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

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

1

(21) 2502109

(22) 30.05.2025

(46) Бюл. 228, 2026

(71) Дангаринский государственный университет
(TJ)

(72) Ганиев И. (TJ); Давлатзода Ф.С. (TJ); Атоев Г.М.
(TJ); Ходжаназаров Х.М. (TJ); Исмонов Р.Д. (TJ);
Абдухоликова П.Н. (TJ); Окилов Ш.Ш. (TJ)

(73) Дангаринский государственный университет
(TJ)

(54) **СПОСОБ ГОРЯЧЕГО ЦИНКОВАНИЯ**

(56)

1. Патент Германия №3639556, МПК C23C2/02
C23C2/06, опубл. 01.06.1988г.

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

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

(57) Изобретение относится к способу горячего
цинкования. Способ горячего цинкования

2

предусматривает полное расплавление цинка, снятие
шлака в глыбу расплава при температуре 480-500°C,
введение коловальчиком расчётное количества по
крайней мере одного металла из группы галлий,
индий и таллий в количестве 0,01-0,5 мас.%,
перемешивают, выдерживают 20-25 мин.

Экономический эффект от использования
изобретения как защитного покрытия материала
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
объёме производства 1000 тн. сплава экономический
составляет $100\text{тн} \times 4600\$ = 460.000\$$ 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].

Другой известный способ получения коррозионностойкого 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 оцинкованию поверхность погружают на 8-15сек. 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 изобретения “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].

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

Цель изобретения заключается в разработке способа горячего цинкования путём легирования цинка представителями подгруппы галлия.

Для достижения поставленной цели предлагается в качестве легирующего компонента металлического цинка использовать по крайней мере один металл из подгруппы галлия (Ga, In, Tl). Процесс ввода в расплав цинка металлов осуществляется заявляемым способом при 480-500 °С, что позволяет сохранить в составе сплавов расчётное количество активных галлия, индия и таллия в количестве 0,05-0,5 мас. %.

Примеры осуществления предложенного способа представлены в таблице. В разогретый до 480 °С графитовый тигель загружают и расплавляют цинк и далее в полученный расплав вводят один металл из подгруппы галлия (Ga, In, Tl) в завёрнутом в алюминиевой фольге вида с помощью колокольчика. Колокольчик с галлием, индием, таллием проникают в глубь расплава и на том же уровне перемешивают до полного растворения металла. Расплав отстаивают 10-15 мин. Снимают шлак и отливают пробы для исследования.

Исследование коррозионно-электрохимического поведения цинкового защитного

покрытия, легированного по крайней мере одним элементом из подгруппы галлия (Ga, In, Tl), 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 подгруппы галлия (Ga, In, Tl) 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 $(0,001 - 0,005) \cdot 10^{-2}$ А/м².

Как видно из таблицы, сплавы цинка №№2-13, содержащие галлия, индия и таллия в заявленных пределах, имеют высокие электрохимические характеристики, причем наибольшие 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.

Как видно из таблицы, электрохимические характеристики и скорость коррозии сплава цинка с галлия, индия, таллия, полученного предлагаемым способом приготовленного на основе цинка на 10-17% ниже металлического цинка, те же характеристик.

Механизм действия галлия, индия и таллия на коррозионно-электрохимические 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. Подгруппы галлия, являясь известными модификаторами структуры сплавов широко используются в процессе плавки и литья алюминиевых сплавов. В нашем случае модифицирующая их способность использовалось для металлического цинка. Происходящие в

результате модификации подгруппами галлия 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 протекторы с высокими электрохимическими характеристиками и достаточным сроком службы, которые могут использоваться для защиты от коррозии стальных изделий и конструкций.

№	Содержание галлия, индия, таллия в цинке	Электрохимические потенциалы (х.с.э.), В	Скорость коррозии
---	--	--	-------------------

Так легирование 0,5% галлием, индием, таллием исходного цинка позволяет на 9% снизить его скорость коррозии (пример №5); легирование 0,5% индием на 14% снижает скорость коррозии исходного цинка (пример №9); легирование исходного цинка с таллием на 17% снижает скорость его коррозии в среде 3%-ного NaCl (пример №13).

Например, повышение коррозионной устойчивости цинкового защитного покрытия, содержащего подгруппы галлия (Ga, In, Tl) на 10% позволяет на столько же уменьшить расход цинка, при одинаковых сроках службы защищаемых изделий.

Экономический эффект от использования изобретения как защитного покрытия материала заключается в продлении срока службы защищаемых изделий и сооружений на 10-15% и более за счет повышения их коррозионной стойкости. Повышение коррозионной стойкости покрытия на 10% позволяет

уменьшить расход защитного покрытия толщиной 10%. При стоимости 1 тн цинкового сплава

4600\$ США снижение массы защитного покрытия на 10% при объеме 1000 тн. сплава экономический составляет $100 \text{ тн} \times 4600\$ = 460.000\$$ США.

Формула изобретения

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

галлия индия или таллия в количестве 0,01÷0,5 мас.%, перемешивают, выдерживают 20-25 мин.

		$-E_{\text{св.кор.}}$	$-E_{\text{п.о.}}$	$i_{\text{кор}} \cdot 10^2, \text{ A/M}^2$	$K \cdot 10^3, \text{ г/M}^2 \cdot \text{ч}$
1	Zn	1,003	0,750	9,2	112,2
2	+0.01 Ga	0,996	0,735	8,9	108,5
3	+0.05 Ga	0,980	0,727	8,7	106,1
4	+0.1 Ga	0,965	0,719	8,5	103,7
5	+0.5 Ga	0,953	0,711	8,3	101,2
6	+0.01 In	0,985	0,727	8,5	103,7
7	+0.05 In	0,968	0,718	8,3	101,2
8	+0.1 In	0,950	0,709	8,1	98,8
9	+0.5 In	0,941	0,700	7,9	96,3
10	+0.01 Tl	0,976	0,713	8,2	100,0
11	+0.05 Tl	0,956	0,704	8,0	97,6
12	+0.1 Tl	0,937	0,694	7,8	95,1
13	+0.5 Tl	0,930	0,685	7,6	92,7

Т
К
абл
ица
орр
ози
онн
о-
эле
ктр
охи
ми
чес
кие
хар
акт
ери
сти
ки

цинка с галлием,
индием и таллием, в среде электролита 3%-ного NaCl

Компьютерный набор: Газиев М.

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