

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 24325

(13) С1

(45) 2024.07.05

(51) МПК

C 23C 10/28 (2006.01)

## (54) СОСТАВ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ТЕРМОДИФФУЗИОННОГО ЦИНКОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

(21) Номер заявки: а 20230047

(22) 2023.02.10

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Урбанович Наталья Ивановна; Барановский Константин Эдуардович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 15501 С1, 2012.

ПОЛЬКИН В.И. Цинк для защиты от коррозии. Фундаменты, 2021, № 1, с. 68-70.

ДАШКЕВИЧ В.Г. Повышение эксплуатационных свойств стальных сетчатых материалов термодиффузионной обработкой. Металлургия: Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Минск: БНТУ, 2015, вып. 36, с. 283-288.

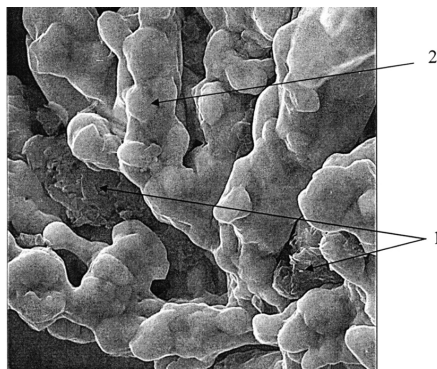
УРБАНОВИЧ Н.И. и др. Анализ способов получения цинксодержащих покрытий с применением отходов производства горячего цинкования. Литье и металлургия, 2021, № 2, с. 87-90.

SU 1138430 А, 1985.

RU 2147046 С1, 2000.

(57)

Состав порошковой смеси для термодиффузионного цинкования стальных изделий, содержащий цинксодержащий компонент, хлористый аммоний и оксид алюминия, отличающийся тем, что в качестве цинксодержащего компонента содержит цинковую пыль, образующуюся в результате обдувки труб после горячего цинкования, при следующем соотношении компонентов, мас. %:



ВУ 24325 С1 2024.07.05

# ВУ 24325 С1 2024.07.05

цинковая пыль, образующаяся в результате обдувки труб после горячего цинкования	25-80
хлористый аммоний	1-2
оксид алюминия	остальное.

---

Изобретение относится к процессу термодиффузионного цинкования поверхности деталей в порошковых цинксодержащих смесях и может быть использовано во всех отраслях промышленности, где детали, узлы механизмов и изделия работают в агрессивных средах и подвержены различного рода коррозионным повреждениям.

В науке и технике широко известны способы обработки металлических поверхностей для получения защитных цинковых покрытий. Одним из наиболее распространенных методов нанесения покрытий является способ термодиффузионной обработки [1], осуществляемый путем обработки стальных изделий при нагревании в порошковых цинксодержащих смесях. Порошковую насыщающую смесь, как правило, получают либо смешением цинкового порошка и активаторов, в качестве которых используют хлористый аммоний, йодистый аммоний, хлористый цинк в количестве 1-2 мас. %, либо смешением цинкового порошка и кварцевого песка - инертного наполнителя. Содержание цинкового порошка в насыщающей смеси составляет от 25 до 95 мас. %.

Следует отметить, что процесс термодиффузионного цинкования является достаточно дорогим. Снижение стоимости процесса возможно за счет повышения эффективности смеси и использования цинксодержащих отходов. К таким отходам относится цинковая пыль, образующаяся в результате обдувки труб после горячего цинкования. Цинковая пыль представляет собой дисперсный отход с частицами в основном круглой формы и размерами от 3 до 1000 мкм и выше. Результаты химического и фазового анализа показали, что по содержанию цинка отход примерно соответствует порошковому цинку марок ПЦР1-ПЦР6. Доля чистого цинка в отходе составляет 95 %. Ситовый анализ цинковой пыли показал, что ее гранулометрический состав в рекомендуемой для термодиффузионного цинкования фракции  $\leq 250$  мкм, доля которой составляет 87 мас. %, соответствует гранулометрическому составу стандартного порошкового цинка. Показано, что цинковая пыль в размерном диапазоне частиц  $\leq 250$  мкм имеет приблизительно следующий гранулометрический состав (мас. %): фракция менее 63 мкм - не менее 50,0; фракция 63-160 мкм - не более 40,0; фракция 160-250 мкм - не более 10,0.

Известен состав насыщающей смеси для термодиффузионного цинкования стальных изделий [2], содержащий цинксодержащий компонент, хлористый аммоний и оксид алюминия, а в качестве цинксодержащего компонента содержит гартцинк. Использование известного состава позволяет получить покрытие достаточное по толщине, с удовлетворительным качеством поверхности, но данный состав достаточно сложен и трудоемок в приготовлении. Гартцинк представляет собой железо-цинковое соединение, которое из-за более высокой плотности, чем цинк, оседает на дно ванны в виде кашеобразной массы, откуда его периодически счищают и разливают в изложницы. После кристаллизации гартцинк представляет собой слиток, который для производства порошкового цинксодержащего компонента требует применения специального размольного оборудования.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является состав порошковой смеси [3], содержащей цинковый порошок или цинковую пыль (пусьеру) - отход при производстве цинка до 75 мас. %, инертный наполнитель, в качестве которого используют оксид алюминия в количестве до 23 мас. %, и активатор, в качестве которого используют хлорид аммония в количестве до 2 мас. % пусьеры.

Недостатки данной порошковой смеси: имеет низкую эффективность, не обеспечивает получение плотного равномерного покрытия с высокими показателями коррозионной стойкости, что особенно важно для изделий с нормированными допусками на размеры.

# ВУ 24325 С1 2024.07.05

По-видимому, данные недостатки обусловлены химическим составом пусьеры. Пусьера является мелкодисперсным отходом, образующимся при производстве цинка и содержащим в своем составе до 75 % чистого цинка, а остальное в виде оксидов цинка, и другие элементы, например кадмий. Частицы ее имеют также в основном сферическую форму.

Задачей предлагаемого изобретения является увеличение эффективности цинкующего состава путем повышения коррозионной стойкости получаемого покрытия, его прочности и экономичности процесса.

Поставленная задача достигается тем, что состав порошковой смеси для термодиффузионного цинкования стальных изделий, содержащий цинк содержащий компонент, хлористый аммоний и оксид алюминия, в качестве цинк содержащего компонента содержит цинковую пыль, образующуюся в результате обдувки труб после горячего цинкования, при следующем соотношении компонентов, мас. %

цинковая пыль, образующуюся в результате обдувки труб после горячего цинкования	25-80
хлористый аммоний	1-2
оксид алюминия	остальное.

Все компоненты насыщающей смеси находятся в порошкообразном состоянии. Заявляемый состав для термодиффузионного цинкования получали путем механического смешивания порошкообразных компонентов. В качестве инертного наполнителя служил оксид алюминия ( $Al_2O_3$ ), а активатора - хлористый аммоний ( $NH_4Cl$ ).

Примеры конкретных составов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Опыт	Соотношение компонентов, мас. %			
	цинковая пыль	инертный наполнитель	активатор	пусьера
1	15	84	1	-
2	25	73	2	-
3	35	63,5	1,5	-
4	55	44	1	-
5	75	23,8	1,2	-
6	80	19	1	-
7	90	9	1	-
известный	-	44	1	55

Цинкование осуществляли в предлагаемых средах в контейнерах с плавким затвором при 450 °С в течение 2 ч. В качестве цинкуемых изделий были взяты стальные пластины.

Для исследования эффективности цинкующего состава, показателями которой служили коррозионная стойкость, прочность сцепления, внешний вид покрытия, проведена серия экспериментов, результаты которой представлены в табл. 2.

Таблица 2

Опыт	Коррозионная стойкость, ч (ГОСТ 9.908-85)	Прочность сцепления методом нанесения в сетке царапин (ГОСТ 9.307-2021)	Внешний вид покрытия
1	150	наблюдается отслаивание	матовое темно-серое
2	300	удовлетворительная	матовое серое
3	450	удовлетворительная	матовое светло-серое
4	480	удовлетворительная	матовое светло-серое
5	490	удовлетворительная	матовое светло-серое
6	510	удовлетворительная	матовое светло-серое
7	-	-	брак
известный	240	удовлетворительная	матовое светло-серое

# ВУ 24325 С1 2024.07.05

Из табл. 2 следует, что наилучшую коррозионную стойкость, прочность имеют покрытия, полученные в заявляемых составах порошковых сред. При применении смесей, содержащих  $\leq 15\%$  цинковой пыли, получили покрытие темно-серого цвета, и при испытании его на прочность сцепления наблюдалось отслаивание. У покрытий, изготовленных в порошковых средах, содержащих  $90\%$  цинковой пыли, происходило налипание оплавленных частиц смеси на поверхность, что сказалось на качестве покрытия, и такое покрытие квалифицировали как брак.

Таким образом, использование для термодиффузионного цинкования стальных изделий порошкового состава, в котором в качестве цинкосодержащего компонента содержится цинковая пыль - отход, полученный в результате продувки труб после горячего цинкования, позволило повысить эффективность смеси за счет повышения коррозионной стойкости с сохранением прочности цинкового покрытия и существенно снизить ее стоимость за счет применения цинковой пыли.

Источники информации:

1. ПРОСКУРИН Е.В. и др. Цинкование. Справочник. Москва: Металлургия, 1988.
2. ВУ 15501, 2012.
3. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. Под ред. А.С.Ляховича. Москва: Металлургия, 1981.