

УДК 621.74.

## **Анализ технологий диффузионного цинкования и перспективность применения отхода горячего цинкования-цинковой пыли в составе насыщающих смесей**

Студенты гр. 10405119 Федорович Д.С., гр. 10403121 Маршалковский Р.С.,  
Пузынин Я.С.

Научные руководители: Урбанович Н.И., Барановский К.Э.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Коррозия металлических изделий представляет серьезную проблему, поскольку наносит значительный экономический и экологический ущерб национальным экономикам. Цинковые покрытия – один из самых распространенных методов защиты стали от коррозии.

Исходя из механизма образования цинковых покрытий, можно выделить следующие основные способы их получения – электрохимический (гальванический и химический), металлизационный и диффузионный [1,2,3].

Гальваническое и химическое цинкование осуществляется в растворах, содержащих ионы осаждаемого металла [1]. Такие покрытия не образуют с основным металлом промежуточных сплавов. Сцепление электрохимического покрытия с подложкой определяется качеством подготовки обрабатываемой поверхности и условиями его осаждения. Преимущества этого способа заключается в отсутствие необходимости нагрева до высоких температур и возможности нанесения покрытия на прецизионные изделия. К недостаткам этого способа можно отнести: неравномерность и пористость покрытия; строгие требования к составу ванны, ограничения по габаритам и конфигурации обрабатываемых изделий; большая энергоемкость процесса.

Металлизационное цинкование (цинкование напылением) осуществляется распылением расплавленного металла струей воздуха или горячего газа [2,4]. В качестве источника тепла при газотермическом цинковании чаще всего используется энергия пламени, электрической дуги, плазменного потока. Структура напыленного слоя формируется из целого ряда тонких слоев, разделенных между собой оксидами и порами.

Металлизация распылением дает возможность обрабатывать собранные конструкции любых размеров, а также производить ремонтные работы. Недостатком этого способа является пористое строение полученного покрытия, большие потери наносимого цинка от угара и разбрызгивания.

Диффузионный способ цинкования в отличие от вышерассмотренных представляет собой процесс, происходящий при температурах 375 – 850 °С [3,5]. Он имеет ряд преимуществ по сравнению с вышерассмотренными способами, прежде всего, повышенной прочностью связи покрытия с основным материалом. При этом толщина покрытия тем больше, чем выше температура и продолжительность процесса цинкования.

Исходя из физико-химических характеристик активной среды, различают несколько методов диффузионного цинкования [6].

Жидкостный метод диффузионного цинкования основан на взаимодействии поверхности цинкуемых изделий с расплавом цинка при температуре 440 – 480 °С. В зависимости от массы изделия и требуемой толщины слоя продолжительность процесса составляет 1 – 10 мин. Жидкостный метод – наиболее распространенный метод цинкования. Его преимущества – высокая скорость формирования цинкидного покрытия, относительная простота применяемого оборудования, возможность широкой механизации и автоматизации процесса. Этим методом цинкуют лист, ленту, трубы, проволоку, различные металлоконструкции. К числу недостатков этого метода следует отнести: отсутствие возможности получения равномерных по толщине покрытий при обработке маломерных, а также сложных по конфигурации изделий; склонность деталей к деформации из-за быстрого нагрева и охлаждения; относительно низкая стойкость

ванн цинкования; снижение насыщающей способности цинкового расплава по мере его загрязнения продуктами реакции и выделения паров цинка.

**Парофазный метод.** Этот метод реализуется контактным и неконтактным способом. Обработку осуществляют в порошковых смесях на основе чистого цинка или отходов производства цинка с добавками оксида алюминия или кварцевого песка [6,7]. Иногда применяют цинковый порошок, в который вводят либо хлористый аммоний в количестве до 2 %, либо соляную кислоту в количестве 1 % от общей массы порошка [5,6]. На практике процесс осуществляют при относительно невысоких температурах (450 – 500 °С) в течение нескольких часов, в зависимости от требуемой толщины покрытия. Этот метод применим при цинковании мелких (фитинги, фланцы, втулки и др.) и крупных изделий (оконные рамы, трубы и др.). Большим преимуществом этого способа является простота осуществления технологического процесса в производственных условиях, а также отсутствие коробления и поводки изделий вследствие их медленного нагревания и охлаждения. Так же к достоинствам следует отнести то, что этот метод позволяет получать покрытия, представляющие собой железоцинковый сплав богатый цинком, но по своим свойствам резко отличающийся от металлического цинка. На диффузионных цинковых покрытиях, полностью состоящих из железоцинкового сплава, в эксплуатационных условиях при воздействии агрессивной среды образуются плотные слои из продуктов коррозии, которые обладают защитными свойствами и предохраняют нижележащие слои покрытия от разрушения. К недостаткам метода следует отнести его длительность (при цинковании крупных изделий до 15–24 ч.), цикличность. Повысить производительность процесса термодиффузионного цинкования можно с помощью увеличения температуры процесса. Но ее повышение весьма ограничено из-за низкой температуры плавления цинка (419,4 °С).

Известно [8], что указанные недостатки порошкового метода цинкования можно устранить, а области его применения расширить путем гидротермальной обработки порошка цинка. Гидротермальная обработка (ГТО) порошка заключается в формировании на поверхности частиц цинка тугоплавкой и химически инертной оболочки, например, оксида для предотвращения спекания частиц порошка и их припекания к обрабатываемой поверхности изделия. Обязательным условием ГТО является диффузионная проницаемость защитной пленки. Получить тугоплавкую оболочку на частицах цинка можно следующими способами: окисление порошка в струе перегретого воздуха или в «кипящем» слое, обработка порошка перегретым паром под давлением; кипячением в воде. Следует отметить, что приблизительно таким условиям соответствует образование порошкообразного отхода при обдувке оцинкованных труб методом горячего цинкования. В связи с этим представляет интерес использовать отход в составе порошковой композиции в качестве цинкодержащего компонента. Это позволит снизить стоимость оцинкованных изделий и обеспечить рециклинг цинка в промышленный оборот.

#### **Список использованных источников**

1. Молин А.Н. Термокинетические явления при высокоскоростных электродных процессах. Кишинев: Штиинца, 1989.
2. Лыков М.В. Защита от коррозии резервуаров, цистерн, тары и трубопроводов для нефтепродуктов бензостойкими покрытиями. – М: Химия, 1978. – 240с.
3. Проскуркини Е.В., Горбунов Н.С. Диффузионные цинковые покрытия. – М.: Металлургия, 1972. - 248 с.
4. Саакян Л.С., Ефремов А.П. Защита нефтегазопромыслового оборудования от коррозии. М., Недра. 1982, 227 с.
5. Ворошнин, Л.Г. Теория и технология химико – термической обработки: учеб. пособие / Л.Г. Ворошнин, О.Л. Менделеева, В.А. Сметкин. – М.: Новое знание; Минск: Новое знание, 2010. – 304 с.
6. Лахтин Ю.М. Химико – термическая обработка металлов / Ю.М. Лахтин Б.Н. Арзмасов. М.: Металлургия, 1985. 255 с.

7. Патент № 15501 Республика Беларусь. Состав для диффузионного цинкования стальных изделий., МПК В23К 35/30, С23С 10/28/ Урбанович Н.И., Комаров О.С., Галушко А.М., Станишевский В.Ф., Куликов В.С., Лецко А.И.//Афіійны бюл. Нац. Цэнтр. Інтэлектуал. Уласнасці. – 2010. №1

8. Галин Р.Г. Новая технология изготовления порошковых насыщающих смесей для диффузионного цинкования / Р.Г. Галин, Л.Г. Ворошнин // МиТОМ. 1996. № 1. с. 21-25.