

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ИСТОЩЕНИЯ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ ДИФфуЗИОННОГО ЦИНКОВАНИЯ

Ефремова В.С., Крымов В.Н.
Донецкий национальный технический университет

Цинкование является наиболее распространенным защитным покрытием на сталях. Это объясняется сравнительной дешевизной материала и технологий нанесения, а также удовлетворительной стойкостью покрытия.

Наибольшее применение находят технологии горячего и гальванического цинкования. Первым способом обрабатывают, в основном, прокат, элементы металлоконструкций: лист, профили. Гальванически цинкуют широкую номенклатуру метизных изделий, детали электрооборудования и прочие мелкие изделия.

Недостатками перечисленных технологий являются высокие капитальные затраты, наличие вредных факторов, оказывающих заметное воздействие на окружающую среду и ухудшающих условия труда.

В этой связи обращает на себя внимание технология термодиффузионного цинкования. Она имеет следующие преимущества:

- низкие капитальные затраты;
- безвредные исходные вещества и отсутствие токсичных отходов;
- высокие механические и коррозионные свойства.

Термодиффузионное покрытие характеризуется высоким комплексом свойств. Это обусловлено диффузионной природой покрытия, отсутствием пор, высокой прочностью сцепления и твердостью. Эти особенности в совокупности с фазовым составом обеспечивают повышенную коррозионную стойкость покрытия.

Наиболее распространенной является технология диффузионного цинкования в порошковых смесях. При этом существует два подхода к формированию составов порошковых смесей. Согласно традиционному подходу, смесь содержит определенное количество цинкового порошка и, по мере использования, обновляется свежей [2]. Согласно технологиям, применяемым некоторыми современными производителями, (см., например, [2]) смесь применяется однократно и содержит такое количество цинка, которое необходимо для покрытия заданной поверхности.

Второй подход вызывает закономерные сомнения: не ясно, каким образом выполняется условие постоянного градиента концентрации, необходимого для диффузии.

Вместе с тем, в литературе не достаточно четко оговаривается кратность использования порошковой смеси перед обновлением. Поэтому целью данной работы было изучение кинетики обеднения порошковой смеси для диффузионного цинкования.

Обработку пластинчатых образцов из стали Ст 3 выполняли в герметичном контейнере. Использовали смесь, состоящую из 50% цинкового

порошка, 49% песка и 1% хлористого аммония. Температура обработки составляла 450-470 °С. Длительность – 3 часа.

В каждом опыте обрабатывали одинаковое количество образцов с одинаковым расстоянием между ними и стенками контейнера. После каждого опыта смесь тщательно перемешивали для усреднения состава.

Первые образцы имели характерный светло-серый цвет (рис 1 а). Начиная с седьмого опыта, происходит потемнение поверхности и налипание тонкой легко удаляющейся корки. Далее наблюдали появление пятнистой окраски поверхности. Визуально отмечалось снижение шероховатости поверхности.

Начиная с пятнадцатого опыта, начинали появляться темные участки, усилилась неоднородность окраски поверхности. По мере увеличения опытов количество темных участков и неоднородность окраски возрастала. В последних двух опытах наблюдали появления цветов побежалости (рис. 1 б), что говорит о небольшой толщине оцинкованного слоя. При охлаждении воздух неизбежно подсасывается в контейнер. При этом тонкие, с малым содержанием цинка, слои окрашиваются в характерные для железа цвета побежалости.

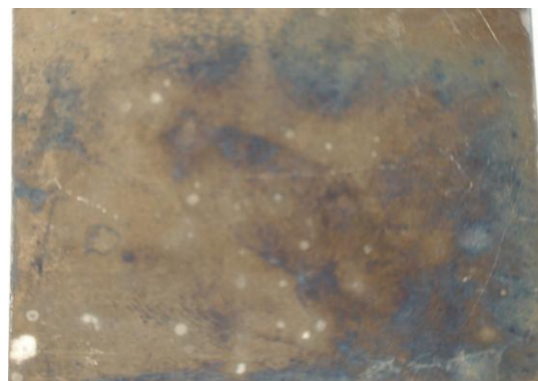
Диффузное цинковое покрытие состоит из обычных фазовых слоев: δ_1 -фазы, которая часто имеет столбчатое строение (рис. 2) и содержит трещины, появившиеся при изготовлении шлифа и Γ -фазу.

По мере увеличения количества опытов происходит снижения толщины оцинкованного слоя (рис. 3). При этом происходит изменение относительной толщины фаз. Микроструктура первых образцов представлена преимущественно δ_1 - фазой и тонким слоем Γ -фазы. По мере увеличения кратности использования смеси в структуре появился новый слой, примыкающий к Γ -фазе (рис. 2б), который судя по его морфологии является $\delta_{1к}$ -фазой. Также, с увеличением числа опытов растет толщина слоя Γ -фазы.

В последних двух опытах структура слоя двухфазная и представленная светлыми и темными кристаллами, которые чередуются, темные кристаллы образуют или включения, или темные кристаллы, растущие от подложки к поверхности. Возможно, темная структурная составляющая является Γ -фазой.



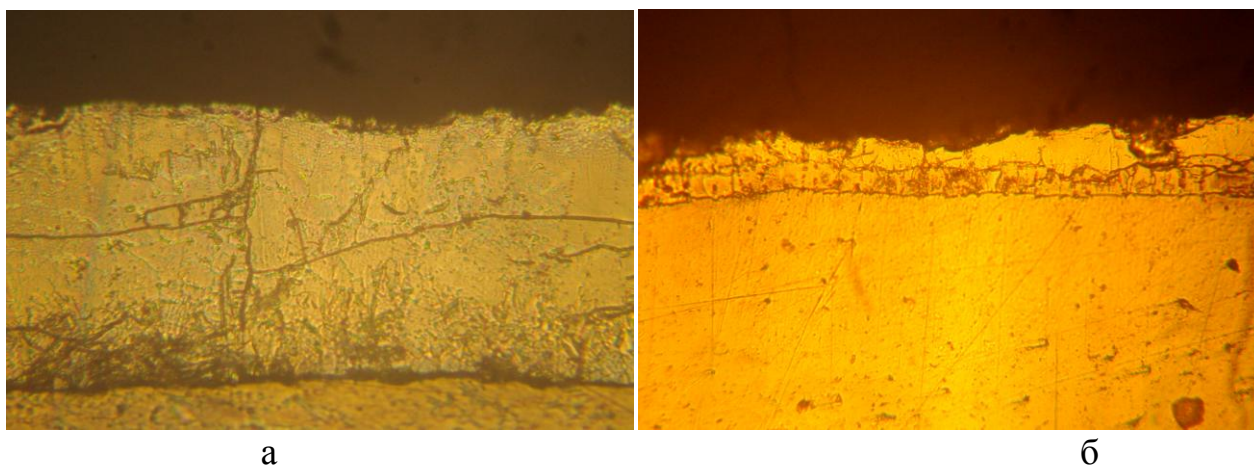
а



б

а - опыт 5;
б - опыт 19

Рисунок 1 - Макроструктура оцинкованных образцов, $\times 1$



а

б

а - опыт 3; б – опыт 17

Рисунок 2 - Микроструктуры оцинкованных образцов, $\times 500$

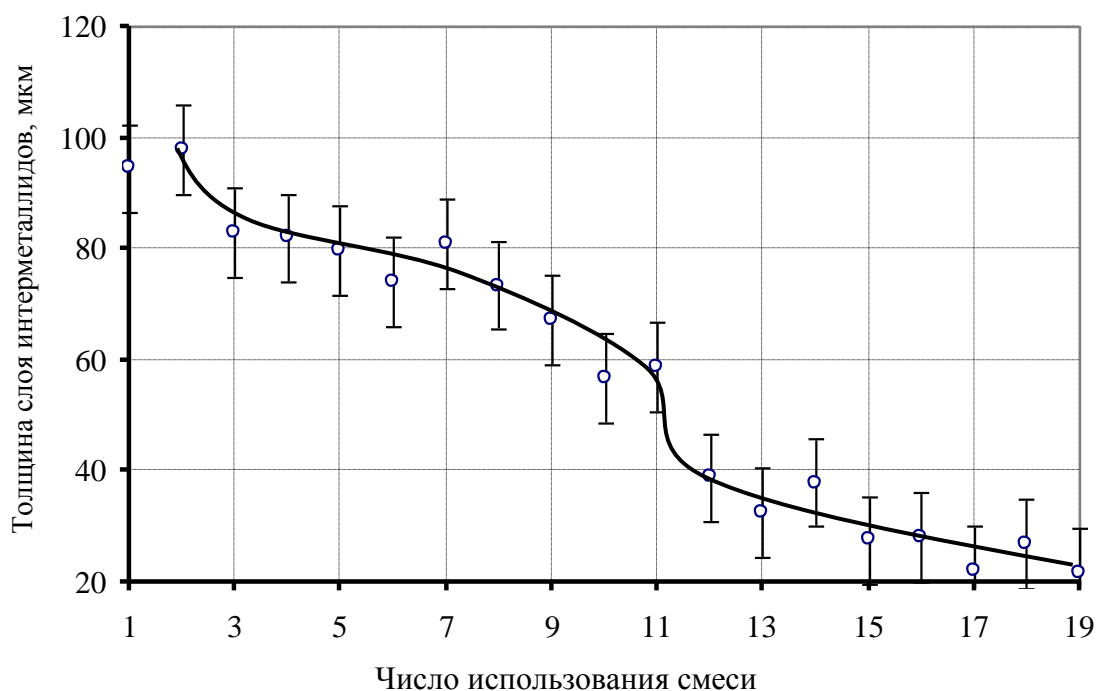
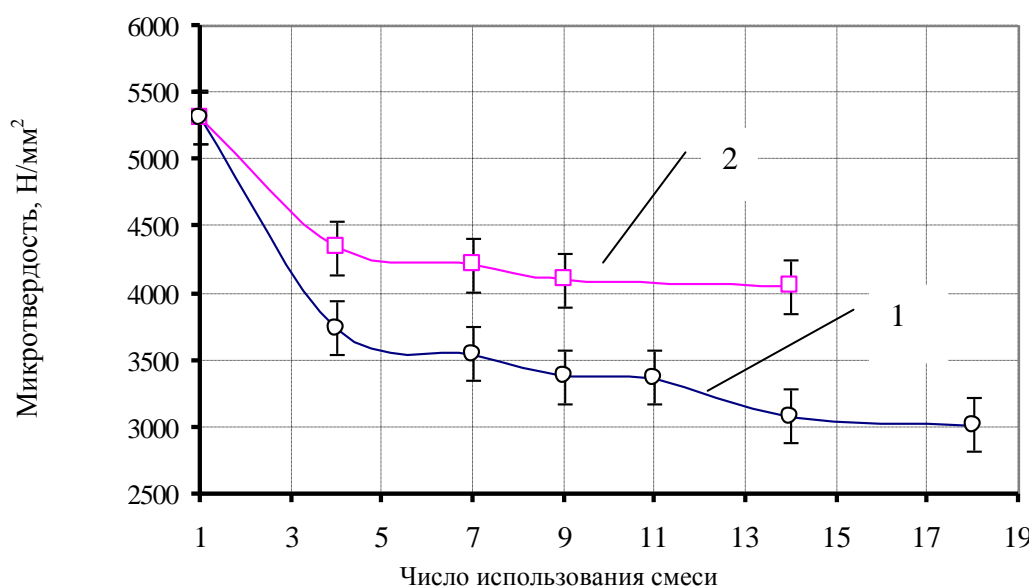


Рисунок 3 – Зависимость толщины слоя интерметаллидов от числа использования порошковой смеси

Влияние кратности использования смеси на содержание цинка в интерметаллидах оценивали по микротвердости, которую измеряли в верхней и нижней части слоя, на расстоянии $1/3$ и $2/3$ толщины (рис. 4). При этом микротвердость отдельно $\delta_{1к}$ - фазы измерять не удалось. Микротвердость δ_1 - фазы с увеличением числа опытов снижается (рис.)



1- на расстоянии 1/3 толщины
 2- на расстоянии 2/3 толщины

Рисунок 4 - Зависимость микротвердости слоя интерметаллидов от кратности использования смеси

По направлению от поверхности к сердцевине микротвердость слоя δ_1 -фазы снижается примерно на 20%. Это может быть связано с тем, что δ_1 -фаза имеет переменный состав и на поверхности содержание Zn выше.

Таким образом, смесь с исходным содержанием цинка 50% можно использовать без заметного ухудшения качества слоя до 15 раз. Эти результаты, в целом, подтверждают данные опубликованные в литературных источниках, которые также говорят о возможности использования одной и той же смеси в течение 10-15 опытов [1].

Литература:

1. Проскуркин Е.В. Цинкование / Е.В. Проскуркин, В.А. Попович, А.Т. Мороз. – М.: Металлургия, 1988. – 528 с.
2. Описание технологии ДИСТЕК / DISTeK thermal diffusion technology & equipment. – Режим доступа: <http://www.distekgroup.com/distek-ru/htm/process.htm/>. – Дата доступа: 12.04.2016. - DiSTeK Technology.