

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ НИКЕЛЯ В ЦИНКОВЫЙ РАСПЛАВ НА КОЭФФИЦИЕНТ ВЗАИМНОЙ ДИФФУЗИИ ЖЕЛЕЗА И ЦИНКА ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ПОКРЫТИЯ

Розенштейн Е.О., Добычина О.С., Бондарева О.С.

*Самарский национальный исследовательский университет им. ак.С.П.Королева,  
Самара, Россия  
[osbond@yandex.ru](mailto:osbond@yandex.ru)*

Основным направлением научных исследований в сфере горячего цинкования является легирование цинкового расплава с целью получения более качественных и более тонких покрытий на стали. Одной из самых перспективных легирующих добавок в расплав является никель [1]. При стандартной температуре цинкования 450°C в покрытии образуются фазы  $\delta$ ,  $\zeta$ , и  $\eta$ . Каждая фаза имеет свою химическую формулу и кристаллическую решетку, отличную от решеток железа и цинка, и образуется по механизму реактивной диффузии. Целью работы было исследование влияния добавки 0,05% Ni в цинковый расплав на взаимную диффузию Fe и Zn при формировании структуры покрытия, получаемого методом погружения в расплав при температуре 450°C.

Установлено, что рост цинкового покрытия определяется  $\zeta$ -фазой и описывается параболическим законом. Степень уравнивания аппроксимирующей параболической функции составила 1/5, что объясняется сильным влиянием диффузии по границам зерен на процесс объемной диффузии. Диффузионные расчеты основывались на использовании уравнения второго закона Фика, который описывает процесс нестационарной диффузии, когда концентрация диффундирующего вещества в любой точке изменяется в зависимости от времени [2,3]. Проведен расчет коэффициента взаимной диффузии железа и цинка в  $\zeta$ -фазе двумя способами: по толщине диффузионного слоя и методом вероятностной диаграммы. Полученные результаты хорошо согласуются между собой. Показано, что в чистом цинковом расплаве значение коэффициента диффузии в  $\zeta$ -фазе максимально при времени цинкования 1 минута и составляет 1-1,2 мкм<sup>2</sup>/сек. С увеличением времени выдержки коэффициент диффузии уменьшается до 0,4 мкм<sup>2</sup>/сек и при времени цинкования 3-5 минут практически не изменяется. При цинковании в расплаве с добавкой 0,05% никеля характер изменения коэффициента диффузии имеет принципиальное отличие только при времени выдержки 1 минута: он в 2,5 раза меньше, чем в чистом расплаве и составляет 0,3-0,5 мкм<sup>2</sup>/сек. Это означает, что никель выступает в роли диффузионного барьера и оказывает тормозящее действие на процесс взаимной диффузии железа и цинка.

Установленные закономерности диффузионных процессов позволят эффективно управлять структурообразованием покрытия, а также существенно повысить эффективность поиска новых легирующих добавок для цинкового расплава.

1. Kania, H.; Mendala, J.; Kozuba, J.; Saternus, M. Development of Bath Chemical Composition for Batch Hot-Dip Galvanizing—A Review. // *Materials* 2020, 13, P.4168.
2. Мамедов А.Т., Аббасов Э.О., Ханкишиев И.А. Аналитическое решение уравнений диффузии в многокомпонентных системах при нанесении диффузионных покрытий // *Вестник машиностроения*. 2021, 8. С. 3-9.
3. Лобанов М.Л., Методы определения коэффициентов диффузии. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. с.16-17