

Рентгенофазовый анализ Zn+5 %Al покрытия

Ю.Н. Короткова

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

Обоснование. В зависимости от назначения изделия нужны определенная толщина и свойства цинкового покрытия. Контролировать данные характеристики можно с помощью выбора стали изделия [1], температуры цинкования [2], времени выдержки изделия в цинковом расплаве [3], химического состава расплава цинка [4]. Легирование цинкового расплава — перспективное направление в отрасли горячего цинкования стали. Большой интерес имеет добавка алюминия за счет своей цены, а также оказываемого влияния на покрытие, она уменьшает вязкость расплава, толщину цинкового покрытия; увеличивает коррозионную стойкость; пластичность, тормозит образование железоцинковых сплавов [5].

Цель — изучение влияния добавки алюминия в расплав цинка на строение и фазовый состав покрытия на стали.

Методы. В результате анализа литературных источников были выбраны: температурный диапазон от 390 до 520 °С, время выдержки 2 мин, состав расплава цинка с 5 % алюминия, образцы были изготовлены из марки СтЗсп. Для изучения микроструктуры покрытия использовался сканирующий электронный микроскоп, спектральный анализ проведен с помощью EDS-приставки. Рентгенофазовый анализ проводился с помощью рентгеновского дифрактометра «Дрон-7» в монохроматизированном CuK_α излучении.

Результаты. При изменении температуры было установлено, что значительное увеличение толщины покрытия наблюдается при температуре от 480 °С. При подробном рассмотрении структуры покрытие, полученного при температурах от 390 до 450 °С, особых отличий не наблюдается, покрытие в основном состоит из пластинчатой эвтектики и зерен первичной фазы цинка. Толщина покрытия около 10 мкм. При дальнейшем увеличении температуры до 520 °С образуется покрытие (рис. 1), толщина которого достигает 300 мкм.

При проведении спектрального анализа можно заметить, что покрытие, полученное при 520 °С, преимущественно состоит из алюминия и железа, нежели из цинка (табл. 1).

Обратившись к литературе [6] и тройной диаграмме состояния Zn-Al-Fe можно определить состав образующихся фаз, в нашем случае это $\eta\text{-Fe}_2\text{Al}_5\text{Zn}_x$. Для идентификации фазы был проведен рентгенофазовый анализ, по результатам которого была получена зависимость интенсивности излучения от угла дифракции. На рис. 2 представлены дифрактограммы образцов, полученных при температуре цинкования 420 и 520 °С. В результате была идентифицирована фаза Al_5Fe_2 в покрытии, полученном при 520 °С, что подтверждает результаты спектрального анализа.

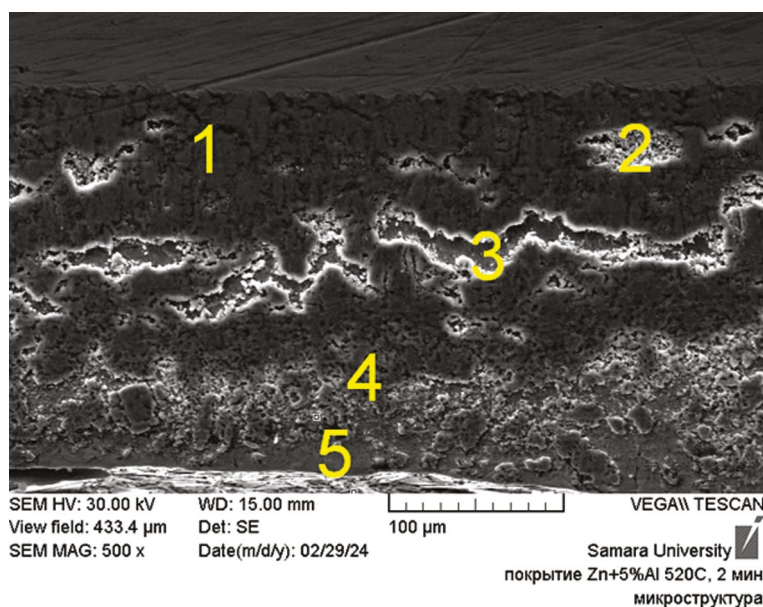


Рис. 1. Структура покрытия, полученного при 520 °С

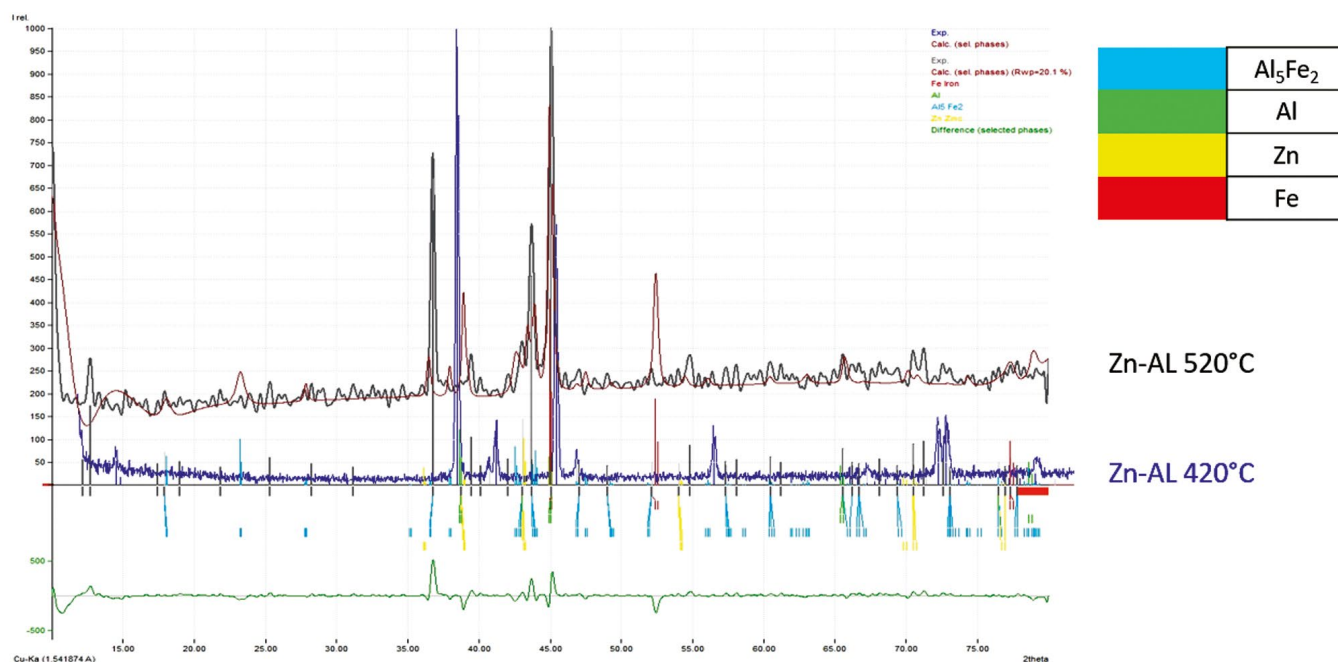


Рис. 2. Рентгенофазовый анализ покрытий, полученных при температурах 420 и 520 °С

Таблица 1. Спектральный анализ покрытия, полученного при 520 °С

Точка	Al, мас. %	Fe, мас. %	Zn, мас. %
1	45,81	36,18	18,01
2	43,31	30,37	26,31
3	7,16	3,23	89,62
4	41,42	16,54	42,04
5	1,17	0,32	98,51

Выводы. Покрытия, полученные в диапазоне температур от 390 до 450 °С, имеют в основном пластинчатую эвтектическую структуру с включениями зерен на основе Zn, толщиной около 10 мкм. При достижении температуры нанесения цинкового расплава 480 °С наблюдается активный рост толщины покрытия, а также образование крупинки, которые содержат включения, состоящие из фазы η -Fe₂Al₅Zn_x. Дальнейшее увеличение температуры расплава до 520 °С приводит к увеличению толщины покрытия до 300 мкм за счет образования структуры, состоящей в основном из фазы η -Fe₂Al₅Zn_x. По итогам рентгенофазового анализа идентифицировано, что покрытия, полученные при температуре цинкования 520 °С действительно содержат фазу η -Fe₂Al₅Zn_x.

Ключевые слова: рентгенофазовый анализ; горячее цинкование; Zn-Al; цинковые покрытия; толщина покрытий.

Список литературы

1. Проскуркин Е.В., Горбунов Н.С. Диффузионные цинковые покрытия. Москва: Металлургия, 1972. 247 с.
2. Урбанович Н.И., Константинов В.М., Басалай И.А. Влияние температурного параметра и его продолжительности на толщину цинкового покрытия, структуру при термодиффузионном цинковании в порошковых средах на основе цинкосодержащего отхода — гартцинка // Литье и металлургия. 2013. № 3(71). С. 99–102. EDN: SWKMDJ
3. Головач А.М., Дмитриева М.О., Бондарева О.С. Влияние времени выдержки в расплаве на морфологию цинкового покрытия на сталях с различным содержанием кремния // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2020. №2(52). С. 23–31. doi: 10.18323/2073-5073-2020-2-23-31 EDN: MYSOGG
4. Бондарева О.С., Добычина О.С. Обзор систем легирования цинкового расплава для погружного горячего цинкования // Черные металлы. 2022. № 12. С. 76–85. doi: 10.17580/chm.2022.12.11 EDN: LMNYFF

5. Емелюшин А.Н., Субботина Ю.М. Применения новых коррозионностойких покрытий на основе цинка и алюминия в линиях АНГЦ ПМП в условиях ПАО «ММК» // Технологии металлургии, машиностроения и материалобработки. 2022. № 21. С. 121–127. EDN: ZTRRCW
6. McDermid J.R., Kaye M.H., Thompson W.T. Fe Solubility in the Zn-Rich Corner of the Zn-Al-Fe System for Use in Continuous Galvanizing and Galvannealing // Metall Mater Trans B. 2007. Vol. 38, N 2. P. 215–230. doi: 10.1007/s11663-007-9028-3 EDN: DPWWNM

Сведения об авторе:

Юлия Николаевна Короткова — студентка, группа 4101-030402D, физический факультет; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: korotkova.y.n@gmail.com

Сведения о научном руководителе:

Ольга Сергеевна Бондарева — кандидат технических наук, доцент; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: bondareva.os@ssau.ru