

ВЛИЯНИЕ ДИФФУЗИОННОГО ОТЖИГА НА СВОЙСТВА ГОРЯЧИХ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Фролова Анна Андреевна,

*Студент Самарского национального исследовательского университета
имени академика С.П.Королева, Г.Самара.*

Алимова Кристина Евгеньевна,

*Студент Самарского национального исследовательского университета
имени академика С.П.Королева, Г.Самара.*

Бондарева Ольга Сергеевна

*Кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технологий
металлов и авиационного материаловедения Самарского национального
исследовательского университета имени академика С.П.Королева, Г.Самара.*

Аннотация: целью данной работы было изучение влияния диффузионного отжига на свойства горячих цинковых покрытий. Определяли пористость и микротвердость цинковых покрытий, прошедших диффузионный отжиг при 500°C и 600°C. Оценивали коррозионную стойкость с помощью ускоренных коррозионных испытаний оцинкованной стали, описанный Маху. Для исследования на коррозионную стойкость были взяты образцы в исходном состоянии и прошедшие диффузионный отжиг при температуре 500°C, т.к. пористость покрытий при таком температурном режиме меньше.

Установлено, что предложенная заключительная термообработка цинковых покрытий, заключающаяся в диффузионном отжиге при 500C, выдержка 5 минут, позволяет значительно увеличить их коррозионную стойкость при сохранении физико-механических свойств.

Горячее цинкование является одним из наиболее надежных методов защиты стальных изделий от коррозии. Эффективность защиты цинкового покрытия зависит от толщины этого покрытия, его сцепления с основным металлом, а также от фазового состава покрытия [3, с 37][4]. В процессе горячего цинкования происходит взаимная диффузия железа и цинка и на поверхности стали образуются интерметаллидные слои: Г-фаза (Fe_3Zn_{10}), Г1-фаза(Fe_5Zn_{21}), δ-фаза($FeZn_{10}$), ζ-фаза($FeZn_{13}$) и поверхностная фаза η- практически чистый цинк. Известно, что интерметаллидные фазы более коррозионно-стойкие, чем чистый цинк [2][6], поэтому было решено провести диффузионный отжиг, чтобы все покрытие представляло собой интерметаллидные фазы. Таким образом, целью данной работы было установить влияние диффузионного отжига на физико-механические свойства и коррозионную стойкость горячих цинковых покрытий.

Для решения данной задачи были оцинкованы образцы из листовой стали Ст3($Si=0,15-0,4\%$), температура расплава 450°C, выдержка 10 минут. Затем был проведен диффузионный отжиг при температурах 500°C и 600°C с выдержкой в печи 5 и 10 минут [1]. Микротвердость цинкового покрытия измеряли под

нагрузкой 50 г. на микротвердомере. С каждого образца было снято 10 измерений. Определение пористости проводили с использованием микроскопического (металлографического) метода на нетравленных шлифах. Процентную долю пор в покрытии рассчитывали как отношение площади пор к площади покрытия на полученном изображении микроструктуры. Для расчета использовали программное обеспечение электронного сканирующего микроскопа TESCAN Vega SB. Замеры проводили не менее чем в 10 местах на каждом образце.

Влияние диффузионного отжига на коррозионную стойкость оценивали с помощью ускоренных коррозионных испытаний оцинкованной стали, описанных Маху [7]. Образцы погрузили в раствор 5% NaCl и 1% H₂O₂ 30%-ной в воде на 48 часов при температуре 23°C. Затем, образцы извлекли из раствора и высушили. После снятия продуктов коррозии оценивали площадь пораженных участков образцов.

Исследования показали, что средняя пористость цинкового покрытия до отжига составляет 2,5% , размеры пор 1-12 мкм, средний размер пор – 7 мкм. После отжига размер пор увеличивается, средняя пористость покрытия напрямую зависит как от времени выдержки, так и от температуры диффузионного отжига (рис.1).

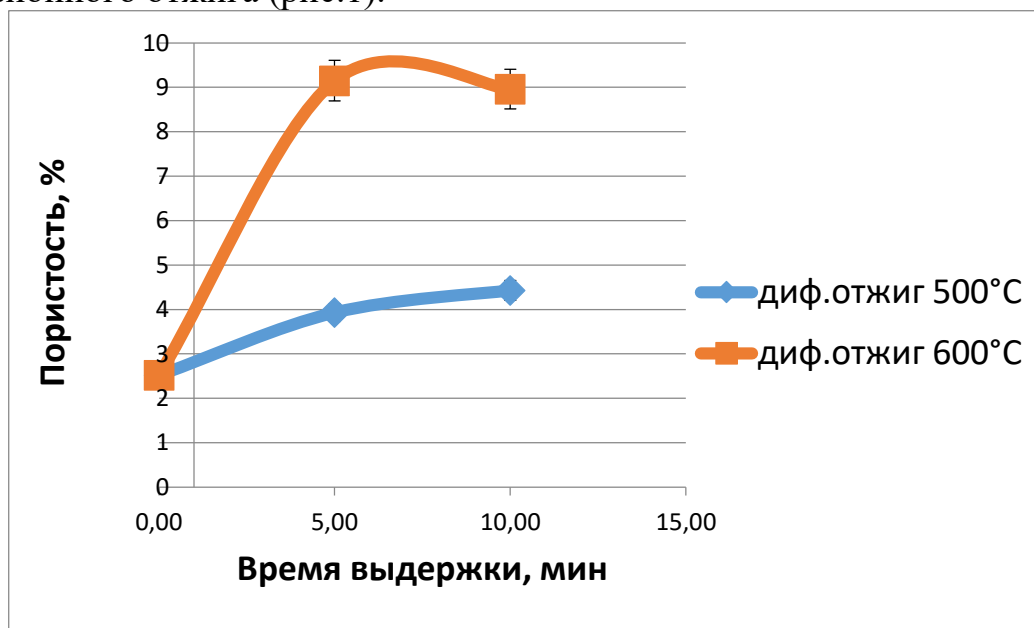


Рисунок 1 – Зависимость пористости от времени выдержки.

Анализ полученных данных показал, что с увеличением времени выдержки пористость покрытия увеличивается. Причем при 500С примерно в 2 раза, а при 600С – в 4 раза. Увеличение пористости покрытия не желательно, т.к. в процессе эксплуатации при окислении поверхностного слоя поры будут способствовать проникновению агрессивной среды вглубь покрытия.

Твердость является важной характеристикой физико-механических свойств цинковых и других покрытий. Величина микротвердости позволяет косвенно судить о других характеристиках покрытия – прочности, пластичности, хрупкости и др [5]. Влияние диффузионного отжига на микротвердость покрытия показано на рисунке 2.

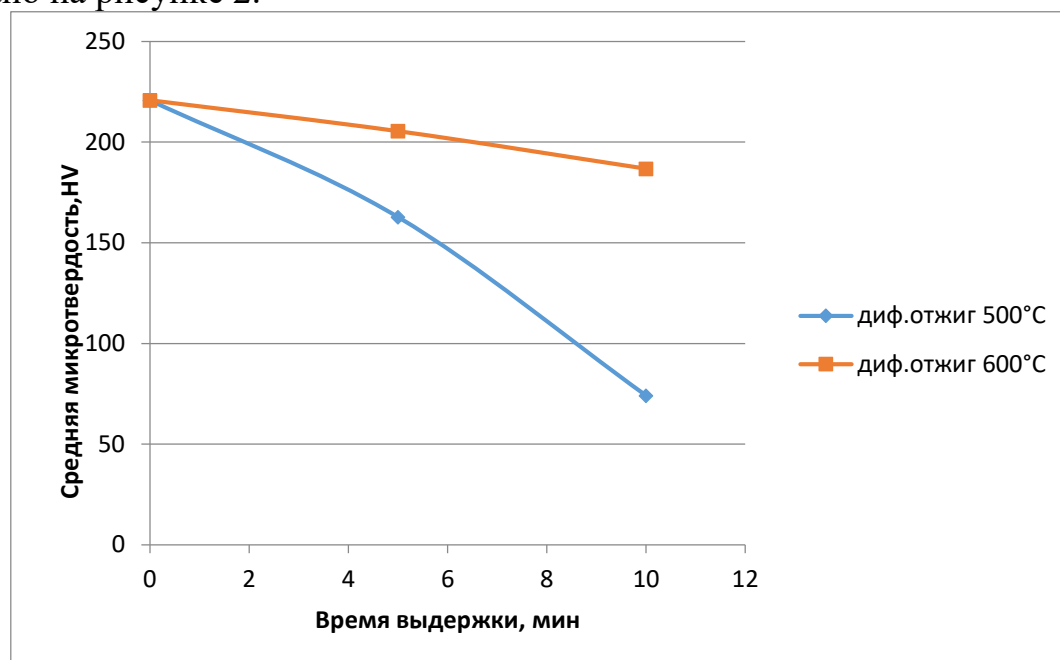


Рисунок 2 – Зависимость микротвердости от времени выдержки.

Исследования показали, что с увеличением времени выдержки микротвердость покрытия уменьшается, следовательно, уменьшается его прочность. Особенно значительное падение микротвердости наблюдается при режиме отжига 500С, 10 минут.

Для исследования на коррозионную стойкость были взяты образцы в исходном состоянии и прошедшие диффузионный отжиг при температуре 500°C, т.к. пористость покрытий при таком температурном режиме меньше.

Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Коррозия, появившаяся на образцах в процентном отношении.

Образец	Коррозия, %
Исходный	30%
500°C 5 мин	2,5%
500°C 10 мин	15%

Исследования показали, что наименьшая коррозия покрытия наблюдается на образце после диффузионного отжига при 500С, выдержка 5 минут. Этому же режиму соответствует минимальная пористость и удовлетворительная микротвердость.

Таким образом, предложенная заключительная термообработка цинковых покрытий, заключающаяся в диффузионном отжиге при 500С, выдержка 5 минут, позволяет значительно увеличить их коррозионную стойкость при сохранении физико-механических свойств.

Список литературы

1. Алимова, К.Е. Влияние диффузионного отжига на структуру горячих цинковых покрытий [Текст] / К.Е. Алимова, А.А. Фролова // Актуальные проблемы физического металловедения сталей и сплавов: сб. статей. – Магнитогорск, 2018. – С. 44-46.

2. Бондарева, О.С. Исследование физико-механических и коррозионных свойств горячих цинковых покрытий на строительных профилях / О. С. Бондарева, И.В. Таразанов, К.Н. Петрова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. - Т. 17, № 6 (2). - С.488-492.

3. Проскуркин, Е.В. Диффузионные цинковые покрытия [Текст] / Е.В. Проскуркин - М.: Металлургия, 1972. - 248 с.

4. Проскуркин, Е.В. Защитные цинковые покрытия: сопоставительный анализ свойств, рациональные области применения [Текст] / Е.В. Проскуркин // Национальная металлургия. – 2005. - № 66. – С. 66-71.

5. Пластичность диффузионного цинкового покрытия и механические свойства оцинкованной стали [Электронный ресурс] – URL: <http://metal-archive.ru/cinkovye-pokrytiya/81-plastichnost-diffuzionnogo-cinkovogo-pokrytiya-i-mehanicheskie-svoystva-ocinkovannoy-stali.html> (дата обращения 25.01.19)

6. Повышение коррозионной стойкости горячих цинковых покрытий в результате диффузионного отжига [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.stroitelstvo-new.ru/metal/povyshenie-korrozionnoy-stoykosti.shtml> (дата обращения: 25.12.2016)

7. Полимерное покрытие. Ускоренное испытание на коррозионную стойкость [Электронный ресурс] - URL: <http://vseokraskah.net/news/polimernoe-pokrytie-uskorennoe-ispytanie-na-korrozionnuyu-stojkost-test-machu.html> (дата обращения 13.09.18)