

Перспективы реализации принципа индукционного нагрева для антикоррозионной защиты стальных деталей и металлоконструкций

Учащийся ГУО “Гимназия №25 г. Минска” 10 “А” класса Филиченко К.Д.
Учащийся ГУО “Гимназия №25 г. Минска” 10 “А” класса Терпиловский Н.С.

Научный руководитель – Булойчик И.А.
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск

Одним из наиболее перспективных направлений антикоррозионной защиты на основе цинка является использование индукционного нагрева для формирования цинковых покрытий и диффузионных слоев. При реализации стандартных процессов термодиффузионного цинкования в порошковых насыщающих средах (ТДС) с использованием печного нагрева значительные энергозатраты тратятся на прогрев садки с порошковой насыщающей смесью, а так же самой реторты, что снижает эффективность технологий в производственных условиях. Применение индукционного нагрева позволит увеличить скорость прогрева контейнера для насыщения, в значительной степени сократив общее время цинкования и энергозатраты на термообработку [1, 2]. Следует отметить, что, данные технологии все еще не получили достаточного практического применения. Связано это с недостатком исследований ряда процессов, протекающих при индукционном нагреве в условиях порошковых насыщающих сред. Не изучена кинетика роста и особенности строения диффузионных слоев, формируемых при кратковременных выдержках до 30 секунд, при которых в максимальной степени реализуются преимущества скоростного индукционного нагрева. Не разработаны достаточно простые и надежные приемы и устройства для осуществления процессов диффузионного насыщения в условиях производства на машиностроительных предприятиях. Тем не менее, потенциальные возможности диффузионного цинкования в плане интенсификации ХТО оцениваются достаточно высоко, что обусловлено сокращением длительности прогрева садки, увеличением производительности труда, и уменьшением энергозатрат. Последние факторы особенно актуальны в современных белорусских условиях.

Согласно данным [3], использование способа диффузионного цинкования в электромагнитном поле целесообразно для широкой номенклатуры обрабатываемых изделий при сохранении качества защитного покрытия, в то время как традиционные технологии цинкования в расплавах не обеспечивают в ряде случаев требуемого уровня эксплуатационных характеристик формируемого на изделии покрытия. Связано это с различием в фазовом составе диффузионных слоев, формируемых на изделии. Принципиальной особенностью способа термодиффузионного цинкования в электромагнитном поле является целенаправленное создание значительного температурного градиента с его убыванием вглубь шихты. Более высокая, в сравнении с радиационным нагревом, температура вблизи поверхности цинкуемых изделий обеспечивает значительное активирующее воздействие, как на стальную поверхность, так и на порошковую цинксодержащую среду [3]. В результате чего, возникают быстротекущие двухсторонние процессы диффузии железа в цинк и цинка в железо с образованием интерметаллических соединений. При этом, сформированный цинковый слой имеет гомогенизированную структуру и не содержит хрупкую столбчатого вида ζ -фазу [3].

Выполненный анализ свидетельствует, что в сравнение с классическими методами формирования защитных покрытий на основе цинка, технологии термодиффузионного цинкования в электромагнитном поле обеспечивают:

- нанесение ультрадисперсных защитных покрытий повышенной коррозионной стойкости и механической прочности;
- получение по всей покрываемой площади равномерного гомогенизированного покрытия требуемой стойкости к коррозии, жаростойкости, ударной вязкости и твердости с высоким сопротивлением абразивному изнашиванию;

- получение диффузионного слоя в широком интервале толщин (от 6 до 300 мкм) с высокой регулируемостью и равномерностью;
- восстановление защитного покрывного слоя в случае его повреждения;
- увеличение срока эксплуатации изделий по сравнению с ресурсом работы изделий, покрытых традиционным способом термодиффузионного цинкования;
- сохранение при цинковании резьбовых соединений геометрии, профиля и диаметра резьбы;
- сокращение вредных выбросов в окружающую среду.

Таким образом, на основании проведенного анализа термодиффузионное цинкование с применением индукционного нагрева имеет ряд преимуществ связанных как с производительностью применяемого способа нагрева, обеспечивающего меньшие энергозатраты, так и с особенностями формируемого на изделии диффузионного слоя, обладающего более высокими эксплуатационными характеристиками в сравнении с покрытиями, наносимыми традиционными методами цинкования. В сравнение с традиционными способами формирования цинковых интерметаллидных диффузионных слоев индукционное термодиффузионное цинкование позволяет формировать цинковые диффузионные слои с преимущественным формированием δ -фазы в поверхностной зоне насыщаемого изделия, обладающей наиболее выгодной совокупностью эксплуатационных характеристик (сочетание параметров микротвердости, пластичности и коррозионной стойкости).

Список использованных источников

1. Гурченко, П.С. Упрочнение при индукционном нагреве и управляемом охлаждении / П.С. Гурченко. – Гомель: ИММС НАНБ, 1999. – 193 с.
2. Теория и технология химико-термической обработки: учеб. пособие/ Л.Г. Ворошнин, О.Л. Менделеева, В.А. Сметкин. – М.: Новое знание; 2010. – 304 с.
3. ОАО «ВИАСМ» [Электронный ресурс] / Новый способ нанесения защитных покрытий. Режим доступа: http://www.viasm.ru/novyi_sposob.htm. – Дата доступа: 13.03.2019.

УДК 621.74

Изучение оцинкованных стальных крепежных элементов узлов металлоконструкций

Магистрат Бачило Д.Н.
 Научный руководитель – Константинов В.М.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

На сегодняшний день при эксплуатации аттракционов существует проблема обеспечения безотказной работы крепежных элементов. Механический и коррозионный износ крепежных элементов в процессе эксплуатации приводит к увеличению динамических нагрузок (аттракцион является сложным механизмом), что может привести к их разрушению. Задачей является выбор покрытия крепежных элементов, которое позволило бы обеспечить сохранение механических свойств. Сейчас много различных технологий и видов нанесения коррозионностойких цинковых покрытий. Учитывая такие факторы, как экологическая безопасность, энергетические затраты, необходимость утилизации отходов производства, оказание влияния на прочностные характеристики, возможность качественного нанесения покрытия на элементы с резьбой, покрытие, полученное при термодиффузионном цинковании в порошковых средах, является более предпочтительным.

Средняя толщина диффузионного (равномерного, с хорошей адгезией) слоя на образцах составляет порядка 20 мкм. Значения твердости крепежных элементов с диффузионным цинковым покрытием составляют 29–47 HRC. Временное сопротивление разрыву образцов σ_b 513,8–783,2 МПа, предел текучести образцов $\sigma_{0,2}$ 310–550 МПа, что обеспечивает заявляемые