

РЕСУРСО- ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ НА СТАЛЬНЫЕ ДЕТАЛИ

RESOURCE AND ENERGY SAVING TECHNOLOGIES FOR OBTAINING ZN ANTICORROSIVE COATINGS ON METAL ARTICLES

В.М. Константинов, Д.В. Гегеня, И.А. Булойчик

Белорусский национальный технический университет

Современные условия производства диктуют определенные требования к параметрам технологических процессов, заключающиеся в снижении энергоемкости и повышении экологической безопасности производства. Существует множество технологий нанесения коррозионностойких цинковых покрытий. Большинство из них характеризуется высокой энергоемкостью и повышенной экологической опасностью, что в условиях современного производства требует замены на экономически более выгодный процесс. В настоящий момент, на рынке цинковых услуг РБ лидирующие позиции отведены технологиям горячего цинкования в расплавах и гальванике. Однако, при реализации данных технологий на производстве значительные затраты идут на разработку систем очистки и регенерации отходов, от данного типа производств, что влечет за собой дополнительные экономические потери. В связи с этим возникает необходимость поиска новых способов нанесения защитных цинковых покрытий, которые, кроме снижения энергоемкости и экологической опасности процесса, позволят повысить эксплуатационные характеристики обработанных изделий.

По технологической гибкости процесса (например, возможность интеграции в общий цикл термической обработки изделия), а также с точки зрения наибольшей экологической безопасности, интерес представляет процесс термодиффузионного цинкования (ТДЦ) в порошковых средах. Данный способ позволяет получать коррозионностойкие диффузионные слои на изделиях практически любой конфигурации и размера. Особенностью данного метода цинкования является обеспечение диффузионного взаимодействия между насыщаемой поверхностью и насыщающим веществом, в результате чего происходит формирование интерметаллидных диффузионных слоев, обладающих значительно более высокими эксплуатационными характеристиками по сравнению с покрытиями из чистого цинка (табл. 1).

Таблица 1 – Свойства гальванических покрытий и диффузионных слоев, полученных способом термодиффузионного цинкования в порошковых насыщающих средах.

Тип покрытия	Микротвердость (МПа)	Толщина слоя (мкм)	Температура формирования (°С)
Гальваника	300-380	3-30	15-25
ТДЦ	3360-5250	20-80	350-600

Микроструктура цинкового диффузионного слоя представлена последовательно расположенными α , γ , δ – фазами с различным соотношением концентраций железа и цинка, в то время как микроструктура гальванического цинкового покрытия представляет собой слой чистого цинка на поверхности детали без диффузионного взаимодействия между атомами цинка и железа.

Помимо более высокой стойкости к истиранию, данный тип покрытий так же обладает повышенной коррозионной стойкостью за счет формирования на поверхности диффузионного слоя в процессе коррозионного воздействия плотных защитных пленок, предотвращающих подвод кислорода, тем самым, препятствуя дальнейшему протеканию

коррозионных процессов. Благодаря формированию интерметаллидного слоя данный тип покрытия обеспечивает одновременно, как активную (катодную) так и пассивную (барьерную/ пленочную) защиту от коррозии, за счет формирования на поверхности изделия плотной защитной пленки из продуктов взаимодействия интерметаллидного слоя и окружающей среды (это комплексные соединения, представляющие собой гидроксиды цинка, гидроцинкаты, ряд солей цинка и множество других соединений на базе Fe, Zn, O, H, ZnH, Zn(OH). Данная пленка служит барьером для дальнейшего проникновения коррозионной среды в диффузионный слой и, соответственно, металлическую основу.

Температурный интервал процессов ТДЦ составляет от 300 до 600 °С в зависимости от времени выдержки и ряда специфических технологических параметров процесса. Широкий интервал рабочих температур ТДЦ дает принципиальную возможность совместить операции окончательной термической обработки стальных деталей с процессом ТДЦ. Проведенный теоретический анализ процессов, протекающих при отпуске закаленной стали позволил предложить несколько вариантов включения диффузионного цинкования в общий цикл термической обработки стальных изделий (рис 1).

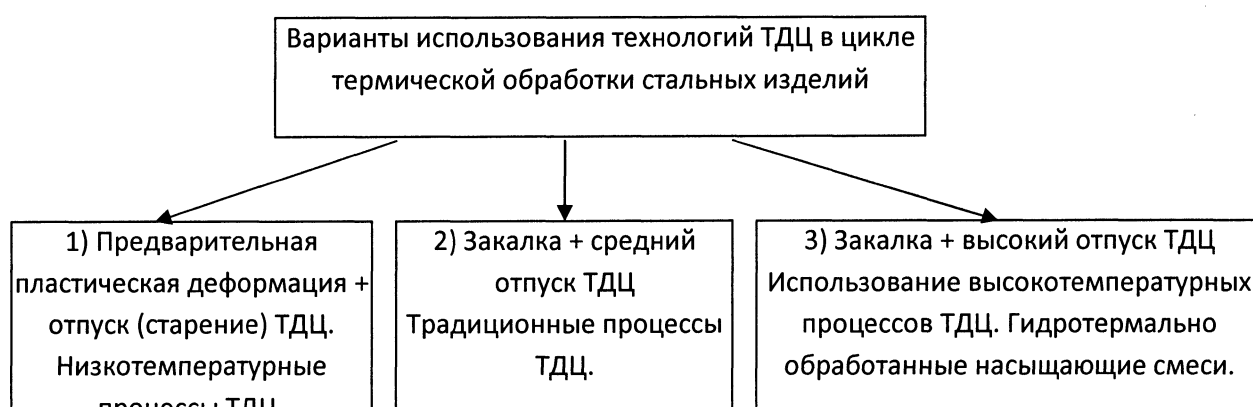


Рисунок 1 - Реализация процессов диффузионного цинкования в общем цикле термической обработки ряда металлоизделий.

Совмещение процессов старения а так же низкого отпуска с ТДЦ целесообразно при необходимости антикоррозионной защиты стальных деталей для которых температурный интервал окончательной термической обработки находится не ниже 300°С. Активность протекания диффузионных процессов при ТДЦ в большей степени зависит от давления паров цинка внутри насыщающего пространства, а так же количества кислорода, способствующего окислению насыщаемой поверхности и препятствующему протеканию диффузионных процессов между металлической основой и цинком [1]. С целью обеспечения возможность протекания диффузионных процессов между насыщающей смесью и стальной основой при минимальном давлении паров цинка, процесс ТДЦ целесообразно проводить с использованием вакуумных систем либо продувкой инертными газами, вытесняющими кислород из рабочего пространства контейнера [2]. Использование процессов ТДЦ для замены высокого отпуска закаленных сталей возможно с использованием гидротермально обработанных насыщающих смесей. Порошок цинка, предварительно обработанный парами воды, имеет температуру плавления значительно превышающую температуру плавления чистого цинка, предотвращая спекание насыщающей смеси. Наиболее эффективно процессы ТДЦ можно реализовывать при замене среднего отпуска, характерной завершающей термической обработки для снятия внутренних напряжений большинства упругих элементов (граверные шайбы пружины). Реализация данных процессов осуществима при использовании стандартных режимов диффузионного цинкования в порошковых насыщающих смесях и не требует сложных систем контроля атмосферы и подготовки насыщающей смеси. На кафедре “Материаловедение в машиностроении” был разработан и

внедрен в производство совмещенный технологический процесс термической обработки и ТДЦ граверных шайб. После интегрированного цикла термической и антикоррозионной обработки эксплуатационные характеристики данного типа изделий соответствовали параметрам, регламентируемым соответствующей нормативно-технической документацией.

Создание в Республике Беларусь ряда предприятий, осуществляющих горячее цинкование металлоконструкций выявило острую проблему переработки и утилизации отходов, образующихся при проведении процесса горячего цинкования. Технологий высокоэффективной переработки указанных отходов на территории Беларуси в настоящее время нет. С целью экономии затрат на переработку и утилизацию отходов от производств горячего цинкования актуальным является использование части отходов (изгарь, дресс, зола и пыль) для приготовления цинксодержащих порошковых сред, для осуществления термодиффузионной обработки изделий.

В состав изгари кроме цинка, оксида цинка, алюминия, углерода и других элементов входит также и хлор (табл. 2). Известно, что при термодиффузионном цинковании в качестве активатора используют различные галогениды, в частности хлористый аммоний, в состав которого входит хлор, являющийся поставщиком ионов цинка к поверхности цинкуемого изделия.

Таблица 2 - Химический состав изгари

Наименование элементов	Zn	O	C	Si	P	S	Cl
№ п/п	1	2	3	4	5	6	7
Содержание элементов, % по массе	65.66	22.22	6.68	0.64	0.05	0.10	2.80
Наименование элементов	K	Ca	Mn	Fe	Cu	Al	Pb
№ п/п	8	9	10	11	12	13	14
Содержание элементов, % по массе	0.10	0.10	0.10	0.27	0.46	0.63	0.16

Согласно данным [3], добавка изгари в количестве 20% в насыщающие среды Zn и гартцинк позволяет получить покрытия такой же толщины ($\approx 95 - 105$ мкм), как и при добавке активатора (NH_4Cl), в количестве 2% в смеси состава (% по массе): 98% Zn и 98% гартцинк. Исходя из вышеизложенного, использование изгари в составе порошковых композиций для термодиффузионного цинкования, как цинксодержащего и активирующего компонента насыщающей смеси является эффективным решением по использованию отходов производств горячего цинкования.

Рациональное применение технологий термодиффузионного цинкования для антикоррозионной обработки элементов металлоконструкций позволяет существенно повысить энергоэффективность производства и снизить затраты и используемые материалы и сырье.

Литература

1. Е.В. Проскуркин, Н.С. Горбунов, Диффузионные цинковые покрытия, Москва, Металлургия 1972, 248с.
2. Константинов В. М., Булойчик И.А. Анализ способов интенсификации диффузионных процессов при цинковании на различных стадиях химико-термической обработки // Межведомственный сборник научных трудов «Металлургия», Вып. 34, Мн. 2012, с. 88-95.
3. Урбанович Н.И., Гегеня Д.В. Изучение возможности использования изгари в составе насыщающих смесей для активации процесса диффузионного насыщения // Металлургия, № 34, 2012. С.168-172.