

форной кислоты и 0,2 %  $\text{NaNO}_3$ . Цвет покрытия при обработке данным раствором не изменяется.

Применение пассиваторов широко используется в промышленности, особенно при производстве крепежа.

УДК 621.793

### Сопоставительный анализ различных методов цинкования

Студент гр. 104219 Ковшик И.А.

Научный руководитель Вейник В.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Цинкование – наиболее распространенный процесс защиты металла от коррозии. Способы цинкования характеризуются многообразием технологических процессов, возможностью широкой механизации и автоматизации, высокими технико-экономическими показателями. Цинковый слой выступает не только пассивным протектором, но и создаёт активную защиту, являясь анодом по отношению к стальной основе защищаемого изделия.

Для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции необходимо использовать наиболее ресурсосберегающую технологию, которая будет обеспечивать высокие эксплуатационные характеристики защитного цинкового покрытия. В данной работе приведен анализ наиболее распространенных способов цинкования. Существует два принципиально разных типа покрытий на основе цинка – диффузионные и недиффузионные. Диффузионные покрытия сцепляются с металлической основой на атомарном уровне вследствие протекания диффузионных процессов между насыщаемой стальной основой и насыщающим элементом (цинком).

Исходя из способов формирования защитных цинковых покрытий их физических характеристик, можно выделить шесть видов цинковых покрытий:

- Гальванические (электролитические). Покрытия на поверхность изделий наносят в растворах электролитов под действием электрического тока. Основными компонентами этих электролитов являются соли цинка. Процесс идёт при низкой температуре. Что позволяет обрабатывать детали после окончательной термической обработки. Данный тип покрытий – недиффузионный. Одним из недостатков данной технологии для ответственных деталей машиностроения (крепеж, упругие элементы) является проявление водородной хрупкости деталей, которую необходимо устранять последующим нагревом. Эксплуатационные свойства данного типа покрытий можно повысить за счет применения дополнительной термической обработки, что позволяет получить интерметаллидный диффузионный слой.

- Термодиффузионные (ТДЦ). Защитный цинковый слой формируют на изделия путем химико-термической обработки при температуре 450—500 °С в порошковых смесях на основе цинка. Диффузионные слои, полученные данным способом, обладают высокой коррозионной стойкостью а также высокими значениями микротвердости вследствие образования в диффузионном слое интерметаллических фаз. Температурный интервал позволяет совместить процессы высокого и среднего отпуска некоторых стальных деталей машиностроения (крепеж, упругие элементы) с процессом диффузионного цинкования, и, таким образом, сократить расходы электроэнергии на дополнительную антикоррозионную обработку изделия.

- Горячецинковые. Покрытия наносят на изделия методом погружением в ванну с расплавленным цинком. В зависимости от времени выдержки изделия в расплаве цинка, при данном способе цинкования могут формироваться как покрытия на основе чистого цинка, так и интерметаллидные диффузионные слои. Данная технология даёт хорошо себя зарекомендовала при необходимости антикоррозионной защиты изделий с большой площадью поверхности (листовой металл, сварные конструкции).

- **Металлизационные.** Покрытия наносят путем распыления струей воздуха или горячего газа расплавленных частиц цинка. В зависимости от способа напыления используют цинковую проволоку (пруток) или порошок цинка. В промышленности используют газопламенное напыление и электродуговую металлизацию.

- **Цинконаполненные.** Эти покрытия представляют собой композиции, состоящие из связующего и цинкового порошка. В качестве связующих используют различные синтетические смолы (эпоксидные, фенольные, полиуретановые и др.), лаки, краски, полимеры.

- **Комбинированные.** Покрытия данного типа представляют собой комбинацию цинкового покрытия любого вида с лакокрасочным либо полимерным. В мировой практике такие покрытия известны как «дуплекс-системы». В таких покрытиях сочетается электрохимический защитный эффект цинкового покрытия с гидроизолирующим защитным эффектом лакокрасочного или полимерного.

В таблице 1. приведены наименования деталей и возможность обработки их различными видами цинкования.

Таблица 1 – Сравнительный анализ применения различных видов цинкования к различным видам изделий

Наименование изделий	Горячее цинкование	Электролитический	Металлизация	ТДЦ	Цинконаполненные
Полосовой прокат	+	+	+	-	+
Трубы	+	+	+	+	+
Проволка	+	+	-	-	х
Сборные металлоконструкции	+	-	+	-	+
Мелкие детали	+	+	х	+	х

+ – технология применяется, - – применяется, х – применяется ограниченно.

Единого метода цинкования подходящего под все детали не существует, всё зависит от формы детали, а также допустимой температуры нагрева изделия. Рациональный выбор технологии позволяет сэкономить ресурсы.

УДК 621.785.54

### Лазерная закалка

Студенты гр. 104210 Коротков А.С., Кривальцевич А.С.  
 Научный руководитель Вейник В.А.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Лазерная закалка металлов и сплавов лазерным излучением основана на локальном нагреве участка поверхности под воздействием излучения и последующем охлаждении этого поверхностного участка со сверхкритической скоростью в результате отвода теплоты во внутренние слои металла.

При этом время нагрева и время охлаждения незначительны, практически отсутствует выдержка при температуре нагрева. Эти условия обеспечивают высокие скорости нагрева и охлаждения обрабатываемых поверхностных участков. Вследствие указанных особенностей формирования получают тонкую кристаллическую структуру.

Технология лазерной закалки полностью автоматизирована и позволяет упрочнить плоские, цилиндрические поверхности, а также детали со сложной геометрией (режущий инструмент, пресс-формы, штампы и т.д.). Чтобы закалить заготовку, лазерный луч нагревает