

УДК 621.793.3

## КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Фейлер Л.А., студент гр. ХМб-171, IV курс

Научный руководитель: к.т.н., доцент Е.Ю.Старикова

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева

Данная работа носит поисковый характер и находится на начальном этапе исследования. Задача заключается в проведении литературного обзора для поиска реально возможных в наших условиях методов электрохимического комбинированного цинкования.

Под комбинированными электролитическими покрытиями (КЭП) подразумевают многослойные осадки, состоящие из двух или нескольких различных по химическому составу электроосаждённых материалов. В.И. Лайнер и О. А. Петрова применяли термин комбинированное электролитическое покрытие для слоистых осадков, состоящих из одного электроосаждённого металла, но имеющих различную структуру: блестящий осадок по молочному; молочный по молочному или медный осадок из сернокислого электролита поверх осадка, получаемого из цианистого электролита и т.д. [1].

В последнее время нашли самое широкое распространение в практике гальванических цехов композиционные комбинированные электролитические покрытия. Композиционные покрытия представляют собой металлических или неметаллических матрицы с заданным распределением в них разнообразных упрочнителей [2].

В образовании композиционного покрытия при электролизе суспензии следует выделить три важные стадии: 1) встреча частиц с поверхностью катода; 2) задержка (адгезия, налипание или адсорбция) частиц на этой поверхности; 3) зарастание частиц, оказавшихся на поверхности катода, матрицей. Нарушение или создание препятствий протеканию одной из указанных стадий будет отражаться на составе покрытий [2].

Механические и эксплуатационные свойства КЭП зависят от структуры матрицы, количества и свойств дисперсной фазы. Например, твёрдость, прочность, пределы текучести и выносливости, внутренние напряжения определяются объёмом структуры, превышающем величину зерна. Микротвёрдость, микропластичность, микронапряжения локализуются в объёме зерна. Границы зерен, блоки мозаики, неметаллические включения, дефекты, связанные со субструктурными несовершенствами, определяют фазовый переход, теплофизические, электрофизические и другие свойства композиционных покрытий. [3].

Современное производство машин, механизмов и приборов невозможно без широкого применения электролитически осаждённых металлов. Комбинированные же покрытия позволяют расширить пределы использования электролитических покрытий, так как они придают поверхностям деталей такие

ценные качества, как стойкость против изнашивания, коррозии, температурных воздействий, а так же декоративный вид. Ввиду этого масштабы использования комбинированных покрытий в производстве всё время возрастают [1].

Существует множество разных видов покрытий на основе никеля, меди, хрома, железа, цинка, кобальта, серебра, золота, легкоплавких металлов, сплавов, платиновых и редких металлов.

Установлено, что КЭП, полученные на основе большинства электроосаждённых материалов, характеризуются исключительной сцепляемостью включений с материалом матрицы. Это свойство КЭП сохраняется даже при очень больших нагрузках около 100 МПа [1].

КЭП получают различными способами, но наиболее часто – из гальванической ванны. В простейшем варианте в ванну заливают электролит, засыпают порошок, перемешивают, устанавливают аноды, укрепляют на катоде деталь; дисперсную фазу поддерживают во взвешенном состоянии или транспортируют к катоду. При пропускании через суспензию электрического тока на детали образуется покрытие [4].

Согласно теоретическим положениям электрохимии, доставка частиц к катоду может быть осуществлена следующим образом: естественным или искусственным перемешиванием; за счёт электрофоретического переноса; совместно с гидратированными ионами осаждающегося металла, за счёт диффузии и броуновского движения; в результате естественной или искусственной седиментации частиц; роста покрытия в сторону суспензии и т. д. [1].

Суспензию для получения КЭП обычно готовят добавлением вещества второй фазы к электролиту. В этом случае концентрация частиц в суспензии равна массе порошка, добавленного к 1 м<sup>3</sup> чистого электролита, и измеряется в кг/ м<sup>3</sup>. Такое выражение концентрации практически удобно при приготовлении суспензии и при переводе её снова в чистый электролит удалением из него второй фазы. При добавлении частиц второй фазы изменяется вязкость, электропроводимость и рН электролита [2].

Как известно, осаждению ряда металлов при электролизе предшествует образование высокодисперсных или коллоидных систем в околокатодном пространстве. Коллоидные частицы принимают непосредственное участие в образовании определённой структуры гальванического покрытия. Их соосаждение на катоде приводит к существенному отличию свойств гальванических покрытий (Ni, Fe и др.) от металлургических компактных металлов. В цинковых покрытиях, полученных из сульфатного электролита, найдено до 3,5% оксидов. В осадках из цинкового электролита обнаруживают до 3% оксидов и цинка. Это максимальные значения естественных включений, обычно они меньше, и определить их труднее. При соосаждении дисперсных частиц с чистыми гальваническими покрытиями содержание включений больше, и оно легко регулируется [2].

Дисперсные материалы в электролите существенно влияют на процесс электрокристаллизации покрытий. Вследствие комплексообразования из-за

низкой химической стойкости частиц в электролитах возможно получение нечистого покрытия, а электролитического сплава (ЭС). Об этом свидетельствуют экспериментальные данные осаждения КЭП из отфильтрованных ЭС. Твёрдость таких покрытий значительно возрастает, хотя в осадках частиц не обнаружено. Даже если частица не попадает в покрытие, то во время контактирования с поверхностью катода она способствует накоплению гидроокиси, что также приводит к изменению структуры и возрастанию твёрдости [3].

В практике осаждения гальванических покрытий сцепление с подложкой считают удовлетворительным, если после определённых механических или термических воздействий на детали не наблюдаются пузырей, отслаивания или шелушения покрытия. Качество сцепления покрытий проверяют изгибанием пластины в обе стороны на угол  $90^\circ$ , зашлифовыванием торца, края или угла образца до обнажения основного металла, полированием или шлифованием, навивкой проволоки с покрытием, выпрямлением или растягиванием пружины, нагреванием с последующим охлаждением. Сцепляемость определяют также методом решетчатых квадратов [3].

КЭП отличается от композиционных материалов, получаемых порошковой металлургией, тем, что не требуется обязательного последующего отжига и обработки давлением для улучшения их структуры. Однако термическая обработка КЭП не исключается. Её часто проводят для гомогенизации структуры, образования интерметаллических соединений, снятия внутренних напряжений и повышения пластичности [2].

Так же хочется отметить, что гальванические покрытия разделяют по назначению на три группы:

защитные, применяемые для защиты деталей от коррозии в различных средах;

защитно-декоративные, используемые в машиностроении для декоративной отделки деталей и защиты от коррозии;

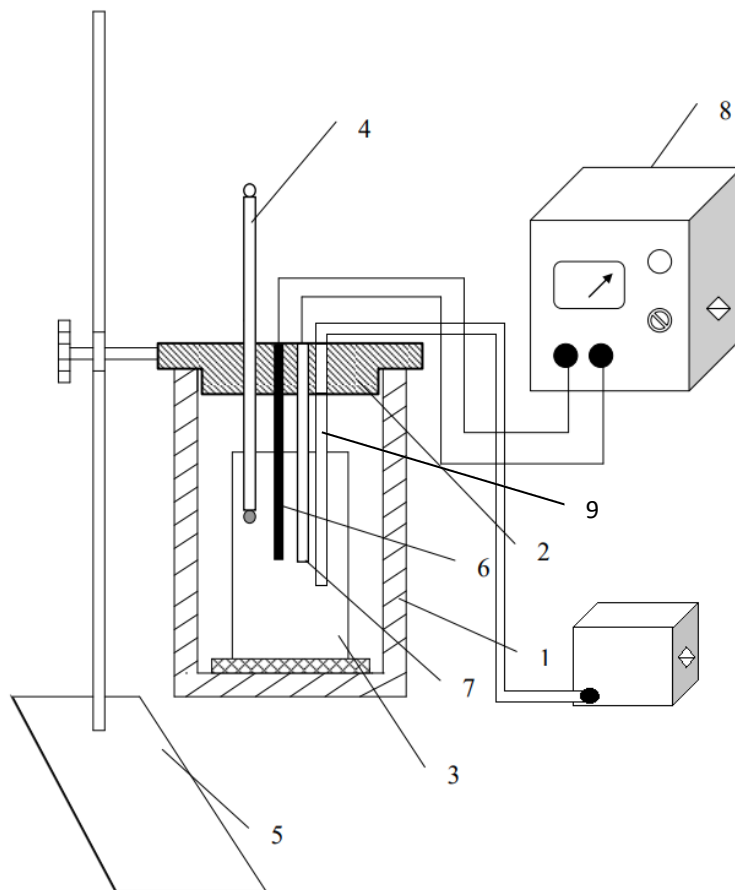
специальные, применяемые для повышения износостойкости деталей машин и других целей [4].

Гальваническое цинкование является одним из наиболее распространенных методов защиты стальных изделий от коррозии. В настоящее время объем цинкованной продукции (главным образом крепеж, инструмент, многие наружные детали и агрегаты) в машиностроении и на транспорте с каждым годом возрастает. Использование цинка в качестве антикоррозионного покрытия объясняется высокими защитными свойствами этого материала. Цинк обеспечивает защиту железа даже в тех случаях, когда сплошность покрытия нарушается за счет царапин, трещин, истирания и т.п.

Предполагается использовать следующую схему лабораторной установки для исследования процесса комбинированного цинкования.

Подробно изучив литературу, мы подобрали несколько растворов с которыми возможно провести практические опыты. Сведения о составах растворов приведены в табл. 1.1 [4].

Раствор №1, на наш взгляд возможно проверить в лабораторных условиях. Все компоненты легкодоступны, а способ приготовления прост. Так же во время проведения опыта раствор постоянно перемешивается при помощи пневматического компрессора.



**Схема установки**

- 1 – термостат; 2 – крышка термостата; 3 – стеклянный стакан с раствором электролита; 4 – термометр; 5 – штатив;  
6 – стальной катод; 7 – цинковый анод;  
8 – источник постоянного тока  
9 - компрессор

В дальнейшем мы предполагаем провести исследования влияния плотности тока, времени цинкования, состава электролита и концентрации добавочных компонентов на качественные и количественные характеристики получаемых КЭП

Таблица 1.1

Концентрация, г/л	Растворы			
	1	2	3	4
ZnSO <sub>4</sub> *7N <sub>2</sub> O	200...300	-	380	-
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> *18H <sub>2</sub> O	30...50	-	-	-
декстрин	8...10	-	-	-
ZnCl <sub>2</sub>	-	60...120	-	-
KCl	-	180...230	-	-
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	-	15...30	-	-
MgSO <sub>4</sub> *7N <sub>2</sub> O	-	-	61	-
ZnO	-	-	-	40
NaCN	-	-	-	75...85
NaOH	-	-	-	75...85
циклогексанон	-	-	-	1
лимеда НЦ-10	-	30...70	-	-
лимеда НЦ-10	-	2,5...5,0	-	-

#### Список литературы:

1. Молчанов, В.Ф., Аюпов, Ф.А., В.А. Вандышеев, В.М. Дзыццюк. Комбинированные электрические покрытия. / В.Ф. Молчанов, Аюпов Ф.А., Вандышеев В.А., Дзыццюк В.М. – М.: Техника, 1976. – 176 с.
2. Сайфуллин, Р.С.. Композиционные покрытия и материалы. – М.: Химия, 1977. – 270 с.
3. Бородин, И.Н. Упрочнение деталей композиционными покрытиями. – М.: Машиностроение, 1982. – 141с.
4. Бородин, И.Н. Порошковая гальванотехника– М.: Машиностроение, 1990. – 240с