

УДК 66.012.22

***Розглянуто питання вдосконалення складу розчину для підвищення продуктивності хімічної обробки при механохімічному нанесенні цинкового покриття для захисту металів від корозії***

***Ключові слова: захист металів, корозія, вібраційна обробка, покриття, розчин, робоче середовище, цинкове покриття***

***Рассмотрены вопросы совершенствования состава раствора для повышения продуктивности химической обработки при механохимическом нанесении цинкового покрытия для защиты металлов от коррозии***

***Ключевые слова: защита металлов, коррозия, вибрационная обработка, покрытие, раствор, рабочая среда, цинковое покрытие***

***The question of improvement of the solution for high performance chemical treatments at mechano-chemical applying zinc coating to protect metals from corrosion***

***Keywords: protection of metals, corrosion, vibration machining, coating, solution, working environment, zinc coating***

# АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА КРЕПЕЖНЫХ ДЕТАЛЕЙ

**Л. А. Журавлева**  
 Младший научный сотрудник  
 E-mail: 1983mila@inbox.ru  
 к.т.: 050-527-28-43

**Л. М. Лубенская**  
 Кандидат технических наук, профессор\*  
 к.т.: 050-326-28-51

**С. Е. Дзей**  
 Аспирант  
 \*кафедра «Технология машиностроения и инженерный консалтинг»  
 Восточнoукраинский национальный университет им. Владимира Даля  
 Владимира Даля  
 кв. Молодежный, 20а, г. Луганск, Украина, 91034

Таблица 1

Наименованиепоказателя	Норма	Методы определения
Внешний вид	Вязкая суспензия	Визуально
Запах	Не специфический	Органолептически
Щелочность, 1% раствора, условных единиц, не менее	1,0	Методика определения общей щелочности
pH 1% -ного раствора	4 ...5	ГОСТ 6243-73

Защита металлов от коррозии – одна из важнейших задач современности. Ежегодно экономические убытки от коррозионного разрушения металлических конструкций, преждевременного выхода из строя приборов, машин огромны. До 25% производимого за год металла полностью идет на восполнение потерь от коррозии.

Известно, что способ механохимического нанесения покрытий заключается в соединении частиц пластичного порошкового материала покрытия с металлической основой покрываемого изделия под действием механической и химической энергии. Про этом образуется способность неокисленных металлов, находящихся в тесном контакте друг с другом, свободно обмениваться электронами, образуя металлическую связь.

Цель работы: совершенствование состава раствора для повышения продуктивности химической обработки при механохимическом нанесении цинкового покрытия.

При разработке комбинированных методов вибрационной обработки и нанесения покрытий наиболее перспективным является механохимический способ, который обеспечивает получение плотных слоев покрытия одинаковой толщины независимо от профиляности деталей [1].

По физико-химическим показателям средство для процесса механохимического нанесения покрытий должно соответствовать нормам, указанным в таблице 1, которые были получены экспериментальными исследованиями.

Средство для виброхимической обработки деталей изготавливается на основе ПАВ (поверхностно-активных веществ) и добавок неорганических веществ.

Для получения наилучших результатов рекомендуются следующие режимы обработки, представленные в таблице 2, полученные также на основе проведенных экспериментальных исследований.

Улучшение показателей качества поверхностного слоя и его физико-механических характеристик можно достичь при вибрационной механохимической обработке в рабочей среде, состоящей из различного процентного соотношения стеклянных шаров различных диаметров. Для наиболее мелких резьбы можно применять шары от 0,5 мм.

В процессе вибрационного механохимического нанесения цинкового покрытия на углеродистые стали уровень рабочей среды (цинкового порошка и химически активного рабочего раствора) составляет часть общего объема контейнера. С одной стороны подвод реагентов к поверхности изделий из углеродистых сталей осуществляется непрерывно благодаря

непрерывному перемешиванию реакционной массы под действием сил вибрации. С другой стороны, подвод цинкового порошка осуществляется непрерывно перемещающимися рабочими телами - стеклянными шарами, в постоянном контакте с которым находится поверхность обрабатываемых изделий.

Таблица 2

Материал	Толщина S, мкм	Амплитуда A, мм	Частота f, Гц	Объем V, м3	Масса m, кг	Кислотность рН	Время t, ч
1	2	3	4	5	6	7	8
Сталь 45, Ra= 0,2-0,4 мкм	6,5	2,5	42	$1,7 \cdot 10^{-3}$	0,5	4	0,08
	8	2,5	42	$2,8 \cdot 10^{-3}$	0,1	4	0,16
	8	2,5	42	$2,8 \cdot 10^{-3}$	0,1	4	0,24
	8	2,5	42	$2,8 \cdot 10^{-3}$	0,1	4	0,33
Сталь 20 Ra= 0,2-0,4 мкм	10	2,5	42	$3,2 \cdot 10^{-3}$	1	5	0,4
	6,5	3,5	65	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	4	0,33
	7	3,5	65	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	5	0,6
Сталь 45 Ra= 1,56 -2,3 мкм	7,5	3,5	65	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	6	1
	8	2,5	42	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	4	0,08
Сталь 45Ra= 1,2 -1,9 мкм	7,5	2,5	42	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	4	0,16
	7,5	2,5	42	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	4	0,33
	6	3,5	35	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	5	0,8
Сталь 20Ra= 1,2 -1,56 мкм	7	3,5	35	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	5	0,16
	8	3,5	35	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	5	0,33
	7	3,5	65	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	4	0,33
Сталь 20Ra= 1,2 -1,56 мкм	8	3,5	65	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	5	0,6
	8	3,5	65	$3,4 \cdot 10^{-3}$	1,2	6	1,0

При экспериментальных исследованиях, проводимых в НИЛ ОСА ВНУ им. В. Даля, обработке подвергались крепежные детали из стали 20, детали замка тепловоза 2ТЭ10Л из стали 45, крепежные детали мебельной фурнитуры и ювелирные изделия.



Рис. 1. Крепежные детали мебельной фурнитуры

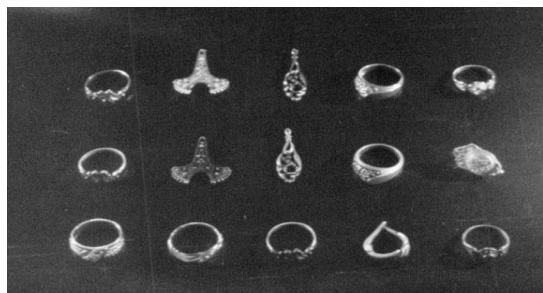


Рис. 2. Ювелирные изделия



Рис. 3. Крепежные детали замка тепловоза

Рекомендуемые режимы обработки для крепежных деталей из стали 20 основываются на предварительных исследованиях состава раствора для химической обработки механического цинкования углеродистой стали.

Этот раствор содержит соляную и азотную кислоты, тиомочевину, комплексообразователь и поверхностно активные вещества, а также содержит цинковый порошок.

В качестве поверхностно активного вещества применяется этиленгликоль, а как активатор поверхности – цинк и аммиак хлорид при следующем соотношении компонентов, (%):

- цинковый порошок 10-54;
- соляная кислота 0,01-0,05;
- азотная кислота 0,005-0,01;
- тиомочевина 0,005-0,01;
- цинк хлорид 1-2,7;
- этиленгликоль 8-27;
- аммиак хлорид 1-2,7;
- вода остальное.

Исследования проводились при комнатной температуре в вибрационном станке ВМИ-1004 с U-образной формой контейнера емкостью 25 дм3 при частоте колебаний 50 Гц и амплитуде 2,5 мм. В качестве рабочих тел использовались стеклянные шары диаметром 5 и 10 мм. Исследовался известный раствор и предлагаемые составы (табл. 3). Обрабатывались стальные образцы с начальной шероховатостью 0,28 мкм в течение 20-25 мин.

Из результатов исследований установлено, что вводить цинк выше его верхней границы не рекомендуется, поскольку снижаются адгезионные свойства покрытия. Цинк хлорид и аммиак хлорид вводят в состав как активаторы обрабатываемой поверхности и поверхности цинкового порошка, благодаря которому возникают ювенильные поверхности и происходит "схватывание" цинкового порошка. В результате гидролиза цинк хлорида образуются два продукта

- соляная кислота и цинк гидроксид. Активация обрабатываемой поверхности и цинкового порошка происходит за счет соляной кислоты. Цинку гидроксид присуща высокая смачиваемая способность. На поверхности ударных рабочих тел - стеклянных шаров диаметром 5-10 мм, формируется поверхностный слой из цинк гидроксид с высокой концентрацией цинкового порошка, что увеличивает скорость формирования цинкового покрытия.

В экспериментальных исследованиях по нанесению цинкового покрытия сначала подвергались детали из стали 20 с исходной шероховатостью 1,56 – 2,03 мкм и из стали 45 с шероховатостью 1,4 – 2,43 мкм.

Вибрационное шлифование проводилось на вибростанке УВИ-25. В качестве абразивного материала использовался бой шарошлифовальных кругов КЧ6К ВТ-ЧТ грануляцией 20-35 мм. Обработка проводилась с применением химически активного раствора.

Таблица 3

Модели раствора для химической обработки и механохимического цинкования

Состав для цинкования	Zn-порошок, мас. %	Соляная кислота, мас. %	Азотная кислота, мас. %	Тиомамчевина, мас. %	ZnCl <sub>2</sub> , мас. %	Этиленгликоль, мас. %	NH <sub>4</sub> Cl мас. %	Вода
Известный Пат. №3479209 США		0,5-0,7	1-1,5	0,005-0,01				Остальное
Предлагаемые	10	0,01-0,05	0,005-0,01	0,01	1	10	1	Остальное
->-	54	0,01	0,005-	0,005	2,7	27	2,7	Остальное
->-	28	0,05	0,01	0,01	2	8	1	Остальное

При многократных ударных действиях рабочих тел происходит пластическая деформация, как цинкового порошка, так и обрабатываемой поверхности, что обеспечивает проникновение зерен цинка в поверхностный разрыхленный слой изделия. В результате деформации форма цинкового порошка меняется от сферической до овальной. В результате активации поверхности цинкового порошка соляной кислотой происходит частичное растворение поверхности цинкового порошка, размеры частиц цинка меняются от 10-40 мкм до 2-3 мкм. Верхние и нижние пределы цинк хлорида и аммониака хлорида определяют из соотношения к цинку в пределах 1:5...1:10.

Этиленгликоль введен в состав рабочего раствора как поверхностный активный компонент. С ионами цинка, которые образуются как от растворения цинкового порошка в соляной кислоте, так и от того, что добавляется хлорид цинка, этиленгликоль образует неустойчивый комплекс - цинк этиленгликолят. При взаимодействии с менее активным металлом происходит выделение свободного цинка на поверхности подложки, что обеспечивает прилипание (адгезию) покрытия. Введение указанного ингредиента менее 8% не обеспечивает его действие в растворе, а более 27% экономически нецелесообразно.

Конечным требованием к вибрационной абразивной обработке углеродистых сталей в химически активном растворе является получение качественного микрорельефа без коррозионных повреждений, с минимальной шероховатостью, обеспечивающей прочность и равномерность нанесения порошкового цинкового покрытия.

После 60 мин. вибрационной обработки шероховатость поверхности уменьшилась в 5 раз и приобрела глянцевый вид. Дальнейшее увеличение продолжительности обработки позволяет достичь шероховатости 0,2 мкм. Последующее увеличение времени обработки не приводит к снижению шероховатости. Это объясняется тем, что в течение этого времени происходит практически полное использование химически активного раствора, рН раствора на основе минеральных кислот, которая составляла 6,5 – 7,0.

Рекомендуемые режимы обработки деталей замка тепловоза 2ТЭ10Л из

стали 45 на станке УВИ-25 М:

- амплитуда колебаний рабочего контейнера A = 3,5 мм;
- частота колебаний f= 35 Гц;
- рН раствора - 5;
- время обработки партии деталей τ = 0,33 ч;
- объем загрузки V = 3,4·10<sup>-3</sup> м<sup>3</sup>;
- количество порошка покрытия на партию деталей весом 10 кг составляет 5 кг в составе вышеприведенного раствора.

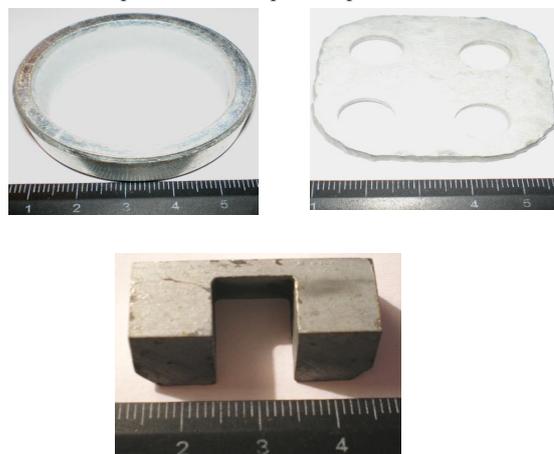


Рис. 4. Детали замка тепловоза 2ТЭ10Л из стали 45, покрытие: а — механохимическим способом; б — гальваническим способом

На деталях замка формується покриття товщиною 8 мкм через 0,33 ч обробки. Вібруюче механохімічне цинкове покриття відрізняється від гальванічного відсутністю стовпчастої крихкої структури. Пропонується процес нанесення цинкового покриття, який не призводить до наводорожування і відшарування покриття порівняно з гальванічним.

Висновки: В результаті удосконалення розчину для хімічної обробки і механохімічного цин-

кування виробів з вуглецистих сталей збільшена продуктивність вібруючої обробки. В даному розчині після 20-25 хв на поверхні виробів з вуглецистих сталей формується багаторівневе цинкове покриття товщиною 6-8 мкм, яке представлено цинковими зернами з розмірами 2-3 мкм округлої форми з високою міцністю і корозійними властивостями.

#### Література

1. Иванов В.В. Вибрационные механохимические методы нанесения покрытий: монография / В.В. Иванов. – Ростов-на-Дону: Издательский Центр ДГТУ, 2007. – 140 с.
2. Николаенко А.П. Технологические возможности вибруючей обработки деталей на станках с U-образной формой контейнера [текст] / А.П. Николаенко, И.В. Волков, Ю.Ю. Дегтярева, М.А. Калмыков // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенко: збірник наук. пр. – Харків. – Вип. 42. – 2006. – С. 167 – 173.
3. Розчин для хімічної обробки і механохімічного цинкування виробів з вуглецистих сталей: [текст]: пат. 59593 Україна: МПК С25D 3/22 / Л.О.Журавльова, Л.М.Лубенська, П.В.Колодяжний // Заявник та патентовласник: СНУ ім. В.Даля; заявл. 22.10.2011, опубл. 25.05.2011, бюл. №10.

*Технологія електролітичного осадження металів в електролітах наднизької концентрації компонентів, що дозволяє розширити робочий діапазон кислотності розчинів*

*Ключові слова: електролітичне осадження металів, наднизька концентрація розчинів, діапазон кислотності*

*Технология электролитического осаждения металлов в электролитах сверхнизкой концентрации компонентов, позволяющая расширить рабочий диапазон кислотности растворов*

*Ключевые слова: электролитическое осаждение металлов, сверхнизкая концентрация растворов, диапазон кислотности*

*Technology electrolytic precipitation of metals in electrolytes of superlow concentration components, allowing increase the operating range to acidity solution*

*Key words: electrolytic precipitation of metals, superlow concentration of solutions, range of acidity*

УДК 621.357

## ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ МЕТАЛІВ В ЕЛЕКТРОЛІТАХ НАДНИЗЬКОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ОСНОВНОГО КОМПОНЕНТА

**Б. В. Намаконов**

Кандидат технічних наук, доцент\*

E-mail: namakonov@ukr.net

**А. Ю. Логунов**

Асистент

\*Кафедра "Технічна експлуатація автомобілів"

Автомобільно-дорожній інститут державного

вищого навчального закладу "Донецький

національний технічний університет"

вул. Кірова, буд. 51а, кв. 307, м. Горлівка, Україна,

84646

Контактний тел.: 066-586-33-30

E-mail: sms\_ka@tut.by