

Журавлева Л. А.

Колодяжная Л. Г.

Чернецкая Н. Б.

*Восточноукраинский
национальный
университет
имени Владимира Даля*

УДК 621.9.048

ТЕХНОЛОГИЯ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ И МЕХАНОХИМИЧЕСКИМ ВИБРАЦИОННЫМ СПОСОБАМИ

Наведені основні закономірності сумісного процесу вібраційної обробки і формування захисного покриття залежно від пластичних характеристик, структурних складових вуглецевих сталей, початкової шорсткості та режимів вібраційної обробки.

Basic conformities to the law of compatible process of oscillation treatment and forming of sheeting are resulted depending on plastic descriptions, structural constituents of carbon steels, initial roughness and modes of oscillation treatment.

Вопросы защиты металлов и сплавов от коррозии в связи с ростом технической оснащенности производства приобретают все большую актуальность. Применяемые с этой целью неметаллические покрытия (лакокрасочные, эмалевые) недолговечны из-за недостаточной химической устойчивости или из-за слабой адгезии к металлу.

К настоящему времени разработан ряд технологических процессов [1, 2], позволяющих совмещать вибрационную обработку и нанесение антифрикционных, защитных покрытий. Известно [3, 4] много методов нанесения защитных покрытий, которые улучшают физико-химические свойства металлов и сплавов. Среди них привлекает внимание метод механохимического нанесения покрытий, который характеризуется простой технической реализацией, а также возможностью направленного изменения структуры поверхностных слоев. Процесс нанесения цинкового покрытия механохимическим способом хорошо зарекомендовал себя в Европе, однако требует дальнейшего, более глубокого изучения.

Поэтому технология нанесения цинкового покрытия с применением вибрационной обработки является актуальной и перспективной.

Известно, что прочность цинкового

покрытия зависит от исходной шероховатости поверхности. В связи с этим представляет интерес исследование природы рабочих растворов и ударных тел на характер формирования микрорельефа поверхности сталей при совмещенном механохимическом процессе нанесения цинкового покрытия.

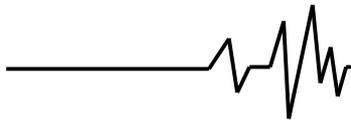
Цель работы – изучение закономерностей совмещенного процесса вибрационной обработки и формирования защитного покрытия в зависимости от пластических характеристик структурных составляющих углеродистых сталей, исходной шероховатости и режимов вибрационной обработки.

Экспериментальные исследования проводились на вибростанке УВИ-25 с объемом камеры 25 л (рис. 1).



Рис. 1. Вибрационный станок УВИ – 25

Исследования проводились при различных технологических условиях и при



различных режимах вибрации: амплитуда колебаний изменялась от 1,2 до 4 мм, частота колебаний изменялась от 35 до 65 Гц. В качестве рабочих тел были выбраны как стеклянные, так и металлические шарики диаметром 10 мм. Исследовалось механохимическое нанесение цинка на сталь 20 и 40 после закалки и улучшения в растворах с различным содержанием, как цинкового порошка, так и химически активных добавок. Использовались образцы с различной исходной шероховатостью. Оценка влияния химически активных добавок осуществлялась по такому параметру как высота микрощероховатости (R_a , мкм).

На рис. 2 приведена фотография контейнера со стеклянными шарами, который удерживается в рабочем резервуаре с помощью прижимного устройства.

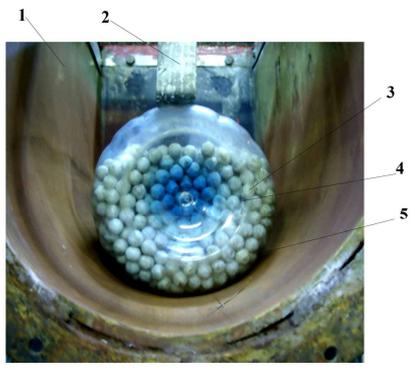


Рис. 2. Рабочий контейнер, заполненный на $\frac{2}{4}$ своего объема стеклянными шарами диаметром 10 мм:

- 1 – виброрезервуар
- 2 – прижимное устройство
- 3 – стеклянные шары
- 4 – цинковый порошок и 1% раствор $ZnCl_2$

Формирование цинкового покрытия представляет собой сложный процесс, являющийся результатом совместного механического и химического воздействия.

Механохимическая обработка поверхности детали в условиях вибрационной обработки осуществлялась за счет компонентов рабочей среды (стеклянные шарики диаметром 10 и 5 мм, раствор $ZnCl_2$, цинковый порошок).

Для сравнительной характеристики, как технологического процесса, так и качества формируемого цинкового покрытия проводился параллельно процесс нанесения цинкового покрытия гальваническим методом.

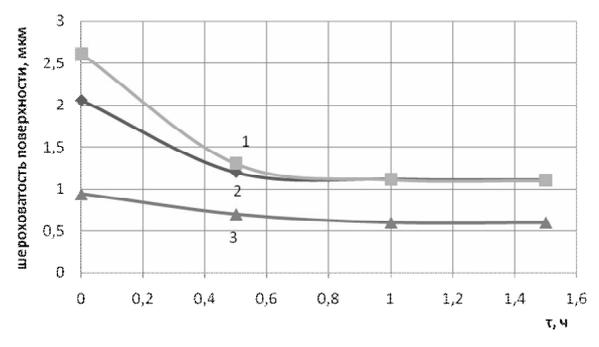


Рис. 3. Зависимость изменения шероховатости поверхности углеродистых сталей от продолжительности абразивного вибрационного шлифования (абразив КЧ-ВТ) в водной среде, частота - 67 Гц, амплитуда – 3,5 мм: 1- сталь 40; 2- сталь 20; 3- У-8

В процессе вибрационного шлифования поверхности механизм формирования шероховатости поверхности углеродистых сталей осуществляется как за счёт микрорезания выступов поверхности, так и за счет их растворения.

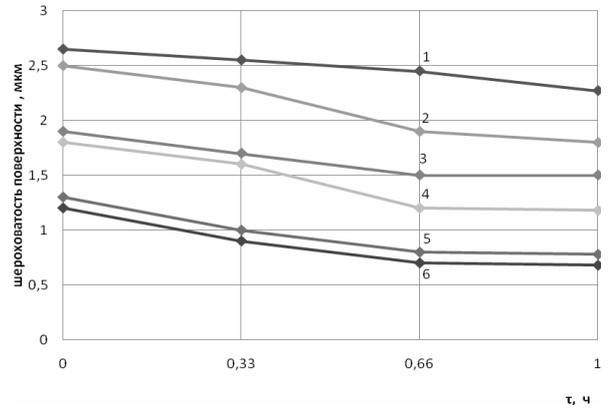


Рис. 4. Зависимость изменения шероховатости поверхности углеродистых сталей от продолжительности механохимической обработки в среде ($ZnCl_2 + Zn$) при различных режимах вибрационного воздействия на поверхность стеклянных шаров: 1 – сталь 40 (закаленная), частота - 35 Гц, амплитуда 1,2 мм; 2 – сталь 40 (улучшение), частота - 67 Гц, амплитуда 3,5мм; 3 - сталь 20, частота - 35 Гц, амплитуда 1,2 мм; 4 – сталь 20, частота - 67 Гц, амплитуда 3,5мм; 5 – сталь У8, частота - 35 Гц, амплитуда 1,2 мм; 6 – сталь У8, частота - 67 Гц, амплитуда 3,5мм

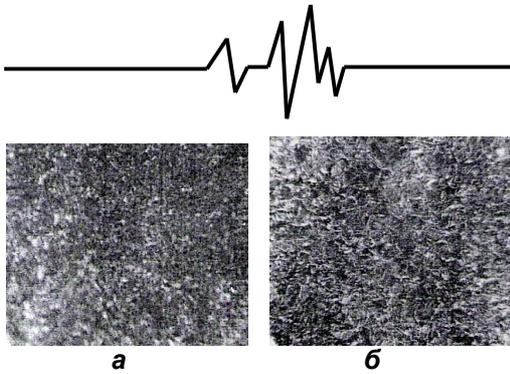


Рис. 5. Структура стали 40 (x100):
а – закаленной (мартенсит, HRC- 58) ;
б - после улучшения (сорбит, HRC- 38)

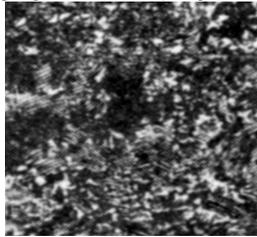


Рис. 6. Структура стали 20 (x200),
(75% феррита и 25% перлита)

Вибрационная механохимическая обработка поверхности сталей приводит к уменьшению высотных показателей шероховатости, сглаживанию вершин микровыступов, увеличению фактической опорной длины профиля. Шероховатость поверхности после механохимической вибрационной обработки зависит как от режима обработки, так и от исходной шероховатости поверхности (рис. 2). Увеличение амплитуды колебаний рабочей камеры позволяет снизить шероховатость поверхности углеродистых сталей. Так при частоте 35 Гц для достижения шероховатости $R_{max} = 1,2$ мкм стали 20 при $R_{max 0} = 1,9$ мкм требуется 30-40 мин. Как видно из рис. 2 (кривая 5 и 6) меньшей исходной шероховатости соответствует и меньшая шероховатость после обработки.

Для сравнительной характеристики процессов нанесения цинкового покрытия и определения их коррозионной стойкости параллельно проводилось электролитическое цинкование сталей 20, 40 и стали У8.

Подготовка поверхности является важным этапом при цинковании, Хорошо подготовленная поверхность обеспечивает высокое качество покрытия. Детали из углеродистых сталей перед цинкованием подвергались обезжириванию в щелочном растворе. В качестве раствора для химического обезжиривания использовали следующий (г/л): натрий гидроксид- 25-30; сода кальцинированная -25-30; натрия фосфат -40-50; сульфанола 2-5. Обезжиривание проводили при температуре 70-80°С. Электрохимическое обезжиривание при гальваническом

цинковании осуществлялось при плотности тока – 8-10 А/дм². Цинкование проводилось при плотности тока 1-2 А/дм². Состав раствора: цинк хлорид 30-120, аммония хлорид – 30-50, блескообразующие добавки. Использование хлоридов в составе электролита для цинкования требует закрытой конструкции электролизераи нейтрализации ядовитого хлора.

На рис. 7 приведена схема технологических процессов гальванического и механохимического нанесения защитного цинкового покрытия.

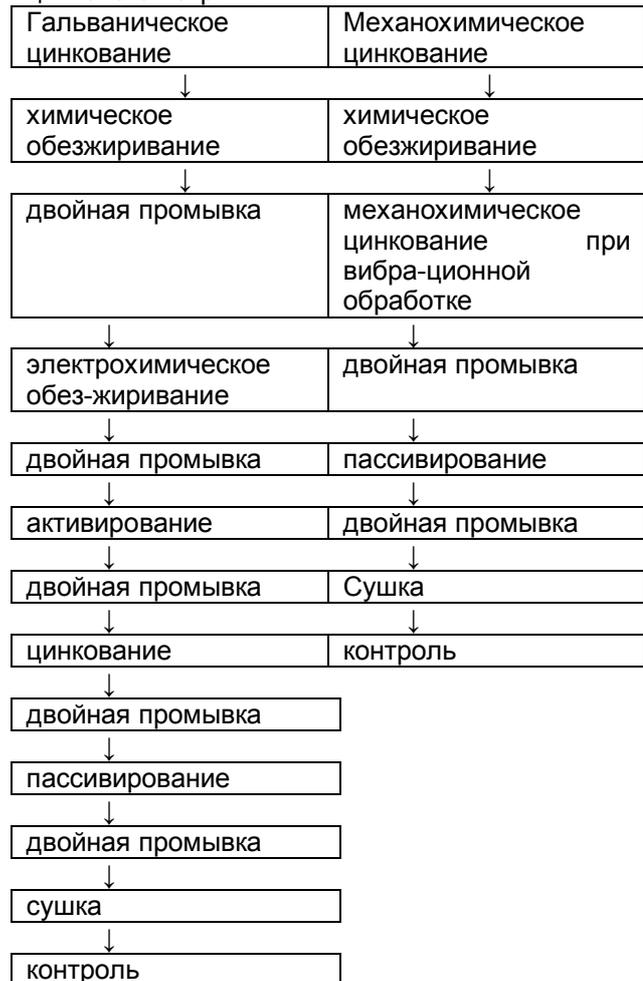
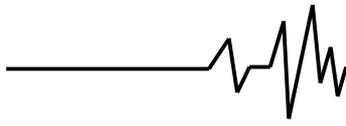


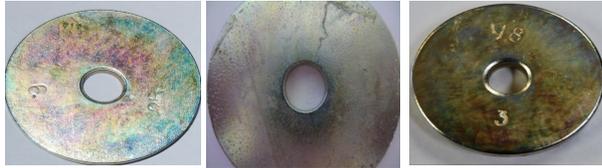
Рис. 7. Сравнительная характеристика структурных схем технологических процессов нанесения цинкового покрытия

Как видно из схемы рис. 7 при механохимическом вибрационном нанесении цинкового покрытия такие операции как химическое и электрохимическое цинкование и активирование совмещаются и протекают одновременно. Заключительной операцией технологического процесса является контроль качества цинкового покрытия после пассивации. Для повышения стойкости гальванического цинкового покрытия



использовался раствор, содержащий: 150 г/л CrO_3 и 1-5мл/л H_2SO_4 ($\rho = 1,84\text{г/см}^3$).

На рис. 8 приведены фотографии образцов после гальванического нанесения покрытия, пассивирования. Контроль качества цинкового покрытия осуществлялся методом нагрева.



а **б** **в**
Рис. 8. Образцы углеродистых сталей с защитным цинковым покрытием, полученным гальваническим способом после нагрева: а – предварительная подготовка поверхности – вибрационное шлифование (1 ч) и вибрационное полирование (2 ч), цинкование и пассивирование; б – цинковое покрытие на стали 40 после традиционного шлифования; в – цинковое покрытие на стали У8 после обработки лезвийным инструментом

Результаты экспериментального исследования показали, что поверхности после вибрационной обработки отличаются от поверхностей обработанных лезвийным инструментом лучшей прочностью сцепления покрытий благодаря наличию высокоразвитого микрорельефа. Поверхности после вибрационной обработки обладают множеством изолированных впадин, что позволяет материалу покрытия проникать в структуру основного металла детали (образца), обеспечивая тем самым лучшую прочность сцепления покрытия, которая является одним из основных показателей качества покрытий.

На рис. 9 приведены фотографии образцов стали 20 до и после механохимического вибрационного нанесения цинкового покрытия в течение 40 мин при частоте вибрации резервуара – 35 Гц и амплитуде 3,5 мм.



а **б**
Рис. 9. Образцы до (а) и после (б) механохимического вибрационного нанесения цинкового покрытия

Контроль гальванического и механохимического вибрационного цинкового покрытия проводился также методом нанесения сетки царапин для определения прочности сцепления покрытия. Результаты испытаний приведены на рис. 10.

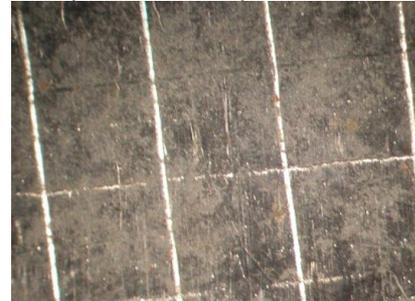


Рис. 10. Контроль цинкового покрытия, полученного механохимическим вибрационным способом, методом нанесения сетки царапин

Как видно из ниже приведенного рисунка, отслоения цинкового покрытия в местах нанесения царапин не происходит.

Выводы: 1. Вибрационная механохимическая обработка поверхности сталей приводит к уменьшению высотных показателей шероховатости, сглаживанию вершин микровыступов, увеличению фактической опорной длины профиля.

2. Шероховатость поверхности после механохимической вибрационной обработки зависит как от режима обработки, так и от исходной шероховатости поверхности и содержания пластически деформируемой структурной составляющей – феррита.

3. Увеличение амплитуды колебаний рабочей камеры позволяет снизить шероховатость поверхности углеродистых сталей. Для достижения шероховатости = 1,2 мкм стали 20 при = 1,9 мкм требуется 30-40 мин при режиме вибрационной обработке - частота 35 Гц, амплитуда 3,5 мм.

Литература

1. Бабичев А.П. Основы вибрационной технологии. Часть 2. Ростов-на Дону, 1994. – 278 с.

2. Бабичев А.П., Рысева Т.Н. Классификация и структурные схемы обработки деталей машин и приборов // Прогрессивная отделочно-упрочняющая технология. – Ростов -на-Дону: РИСХМ., 1984. – С. 20 - 25.

3. Бартал Д., Мудрох О. Технология химической и электрохимической обработки поверхностей металлов. – М.: Машгиз, 1961. – 257 с.

4. Bremner R.C. // Eng. Dig. (Gr. Brit), 1973. - V. 39. - № 504. - P. 45-47.