

Существует ошибочное мнение о том, что при большей толщине покрытия конструкция лучше защищена от коррозии. Данное мнение переросло в проблему, потому что даже некоторые проектировщики указывают в КД более толстые покрытия, чем это необходимо. Дело в том, что толстое покрытие 300 мкм и более обладает большей хрупкостью. При незначительном механическом контакте покрытие может отколоться, значительно ухудшив коррозионную стойкость.

Для коррозионно-агрессивных сред эффективным является выбор, так называемого дуплексного покрытия (цинк + краска). Данное покрытие прослужит более долгое время без какого-либо ремонта даже в самых коррозионно-агрессивных средах.

4. Качество и подготовка сварочных швов.

Любую конструкцию может испортить некачественный сварной шов, это наличие шлака, окалина, пор, брызг металла и т.д. Проблема вызвана тем, что после оцинкования некачественные сварные швы очень сильно выделяются на светлой оцинкованной поверхности в виде черных пятен или после попадания под дождь в виде коричневых подтеков хлорида железа. Любые, даже мелкие поры в сварочном шве или наличие небольшого участка сварной окалины окажет влияние на внешний вид покрытия. Сварочная окалина не всегда удаляется стандартной химической обработкой, применяемой в горячем оцинковании, после попадания ее в расплав цинка в данном месте покрытие не образуется, оставляя черное пятно. Поры в сварочном шве приводят к появлению из них при попадании влаги коричневых подтеков хлорида железа (ржавчины).

Как правило, песко-дробеструйная обработка сварочного шва позволяет получить покрытие очень высокого качества.

Совместное решение указанных проблемных вопросов позволит повысить эффективность горячего цинкования и более полно удовлетворить запросы реального сектора экономики Беларуси.

УДК 669.268

О.Б. Гирин, проф., д-р техн. наук; С.И. Жданов; Д.Г. Королячук
(ГВУЗ УГХТУ, г. Днепр, Украина)

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБЫ

Одним из перспективных направлений практического использования явления электрохимического затвердевания металлов из переохлажденного жидкого состояния [1-4] является получение электро-

покрытий при незначительном внешнем силовом воздействии. Целе-направленно управляя структурой электроосаждаемого металла посредством влияния на его промежуточную жидкую фазу различными механическими, магнитными или ультразвуковыми факторами незначительной величины, можно получить новые типы композиционных электропокрытий, в частности, структурно-композиционные покрытия, которые имеют улучшенные свойства.

Цель работы состояла в исследовании возможности улучшить свойства цинкового электрохимического покрытия, наносимого на внутреннюю поверхность трубы при незначительном механическом воздействии, путем управления его структурой. Покрытия осаждали в электролите состава $ZnSO_4 - 500$ г/л, $Al_2(SO_4)_3 - 30$ г/л при температуре $20^\circ C$ и плотности тока 50 А/дм² на внутреннюю поверхность трубы. Внешнее механическое воздействие незначительной величины (223 Па) на формирующееся покрытие обеспечивали одновременно в двух взаимно перпендикулярных направлениях (вдоль и поперек оси трубы) [5].

В качестве основных свойств цинковых покрытий приняли их коррозионную стойкость, которую оценивали по величине скорости коррозии, и отражательную способность, определяемую в процентах относительно серебряного зеркала. К дополнительным свойствам покрытий отнесли их пористость и шероховатость.

Основными характеристиками структуры цинковых покрытий служили: средняя величина блоков мозаики, определяемая методом аппроксимации по ширине дифракционных рентгеновских максимумов (10.1) и (20.2), степень текстурованности, измеряемая методом комбинации полюсных фигур, и морфология поверхности, которую контролировали методом сканирующей электронной микроскопии.

Сравнительный анализ внешнего вида внутренней поверхности труб, оцинкованных как без механического воздействия, так и с механическим воздействием незначительной величины, свидетельствует о существенном влиянии этого вида воздействия на формирующееся цинковое покрытие (рисунок 1). В отличие от традиционного цинкового покрытия, которое имело серо-матовый цвет (рис. 1а), цинковое покрытие, полученное при механическом воздействии, характеризовалось блеском (рис. 1б). Результаты макроструктурных исследований полученных покрытий (рис. 1в, г) в сочетании с данными рентгеноструктурного и рентгенотекстурного анализов показали снижение плотности макродефектов, величины блоков мозаики и среднего угла рассеяния текстуры в результате механического воздействия.

Как следует из данных морфологии поверхности и шероховатости цинковых покрытий, полученных на внутренней поверхности труб по исследуемым вариантам (рисунок 2), механическое воздействие незначительной величины на цинковое покрытие в процессе его образования приводило к сглаживанию рельефа и, следовательно, к снижению шероховатости.

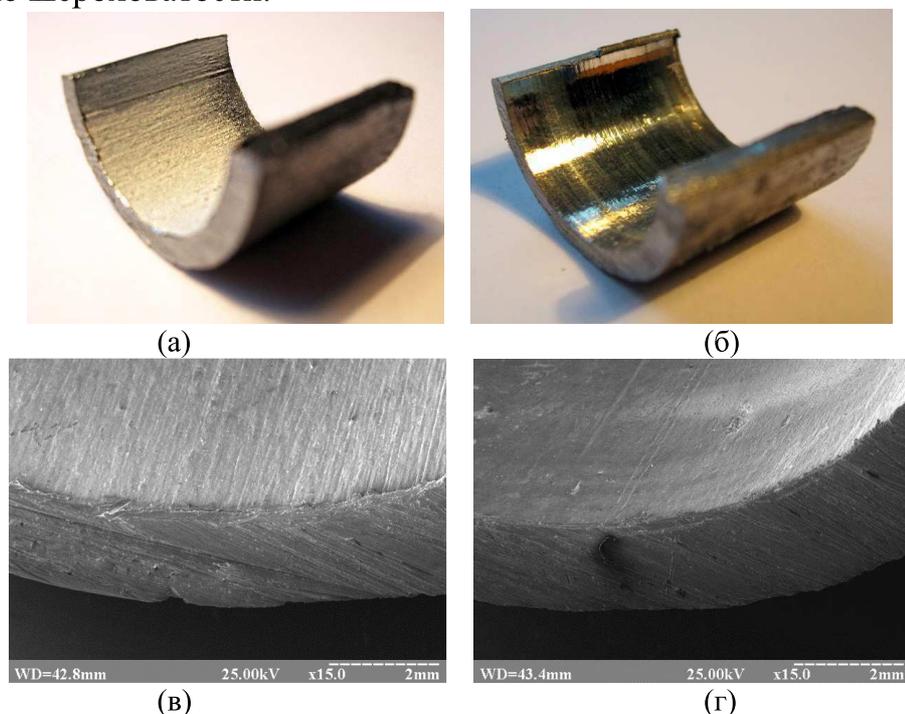


Рисунок 1 – Внешний вид (а, б) и макроструктура (в, г) внутренней поверхности труб, оцинкованных без механического воздействия (а, в) и с механическим воздействием (б, г)

Так, если при электроосаждении цинка без механического воздействия морфология покрытий характеризовалась ячеисто-глобулярным строением (рис. 2а), то механическое воздействие в процессе электроосаждения цинка сопровождалось образованием сглаженных форм (рис. 2б).

Соответственно этому шероховатость покрытий значительно снижалась, о чем свидетельствовали представленные профилограммы (рис. 2в, г) и уменьшение средней величины параметра шероховатости R_a более чем в шесть раз (с 4,93 до 0,77 мкм).

Учитывая, что механическому воздействию в процессе электроосаждения подвергается множество сверхбыстро затвердевающих кластеров сильно переохлажденной металлической жидкости [1-4], следовало ожидать уменьшения пористости покрытий. Действительно, пористость цинковых покрытий, электроосажденных при механи-

ческом воздействии ($1,2 \text{ см}^2$) почти в три раза меньше пористости аналогичных покрытий, полученных в обычных условиях ($3,4 \text{ см}^2$).

Логично было предположить, что уменьшение характеристик пористости и шероховатости приведет, в свою очередь, к повышению коррозионной стойкости и отражательной способности покрытий. Действительно, как показали экспериментальные данные, величина скорости коррозии цинковых покрытий, электроосажденных при механическом воздействии, составила $441,48 \text{ г/м}^2\text{ч}$, в то время как величина скорости коррозии таких же покрытий, полученных в обычных условиях, – $1319,5 \text{ г/м}^2\text{ч}$.

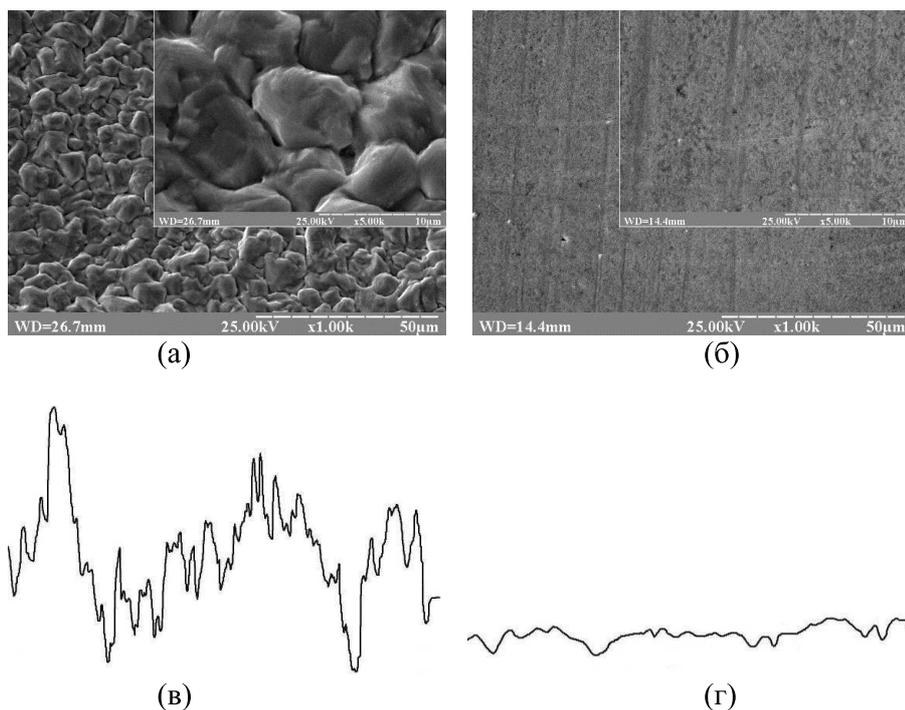


Рисунок 2 – Растровые электронно-микроскопические изображения (а, б) и профилограммы (в, г) цинковых покрытий, полученных без механического воздействия (а, в) и с механическим воздействием (б, г)

Измерения отражательной способности внутренней поверхности образцов труб, оцинкованных по исследуемым вариантам, показали, что для образца, полученного в условиях внешнего силового воздействия, отражательная способность составила 81%, а для образца, электроосажденного в обычных условиях, – 42%. При этом образцы труб, оцинкованные при внешнем механическом воздействии, отличались от обычных аналогов более высоким качеством цинковых покрытий вследствие отсутствия таких недостатков как шелушение и задиры.

Таким образом, механическое воздействие незначительной величины на электроосаждаемое цинковое покрытие улучшило его коррозионную стойкость в три раза и отражательную способность примерно в два раза, что в целом позволило повысить качество цинкового электрохимического покрытия на внутренней поверхности трубы.

ЛИТЕРАТУРА

1 Girin, O.B. Phenomenon of precipitation of metal being electrodeposited, occurring via formation of an undercooled liquid metal phase and its subsequent solidification. Part 1. Experimental detection and theoretical grounding / O.B. Girin // *Materials Development and Processing*, Wood J.V., Schultz L., Herlach D.M. - Eds. Weinheim, WILEY-VCH, 2000, Vol. 8, P.183-188.

2 Girin, O.B. Phenomenon of precipitation of metal being electrodeposited, occurring via formation of an undercooled liquid metal phase and its subsequent solidification. Part 2. Experimental verification / O.B. Girin // *Materials Development and Processing*, Wood J.V., Schultz L., Herlach D.M. - Eds. Weinheim, WILEY-VCH, 2000, Vol. 8, P.189-194.

3 Girin, O.B. Features of structure of electrodeposited metals resulting from exposure to external force parallel, normal or inclined to the crystallization front / O.B. Girin // *Advances in Materials*. – 2015. – Vol. 4, No. 3-1. – P. 1-14.

4 Girin, O.B. Structural features of electrodeposited metals as a result of ultra-rapid solidification of a highly supercooled liquid metal phase / O.B. Girin // *Advances in Materials*. – 2015. – Vol. 4, No. 3-1. – P. 33-40.

5 Заявка № а 2016 05318 Україна, МПК (04.2016) C25D 5/22. Спосіб гальваномеханічного нанесення покриття на внутрішню поверхню циліндричного полого виробу / Гірін О.Б., Жданов С.І., Королянчук Д.Г. (Україна); заявник та патентовласник ДВНЗ „Укр. держ. хім.-техн. ун-т”. – № а 2016 05318 ; заявл. 16.05.16.