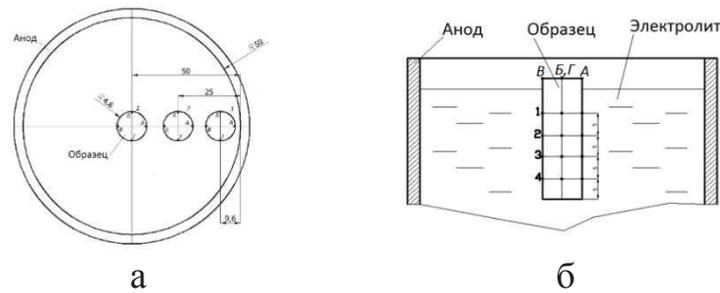


ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОАКСИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБАТЫВАЕМОГО ИЗДЕЛИЯ И ПРОТИВОЭЛЕКТРОДА НА РАВНОМЕРНОСТЬ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕК- ТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Качество и свойства электролитических осадков определяются равномерностью распределения металла по толщине слоя на поверхности покрываемых изделий. Фактическая плотность тока и толщина покрытия на различных участках катода различны (на одних больше средних значений, на других – меньше). Это отрицательно сказывается на антикоррозионных, защитных, механических и других свойствах покрытия, поскольку на отдельных участках толщина покрытия может быть меньше допустимых значений [1]. Факторы, влияющие на их распределение можно разделить на две основные группы: электрохимические и геометрические – размеры и форма электродов и электролизеров, расположение электродов относительно друг друга, а также стенок электролитической ванны.

В данной работе исследуется влияние коаксиальной системы обрабатываемого изделия и противоэлектрода на равномерность нанесения гальванических покрытий с использованием импульсных электрических режимов. Рассеивающая способность определяется как способность электролита перераспределять ток в электролизере, так как фактическое (вторичное) распределение тока, зависящее от состава электролита и режима электролиза, всегда отличается от первичного, обусловленного только соотношением геометрических параметров [2].

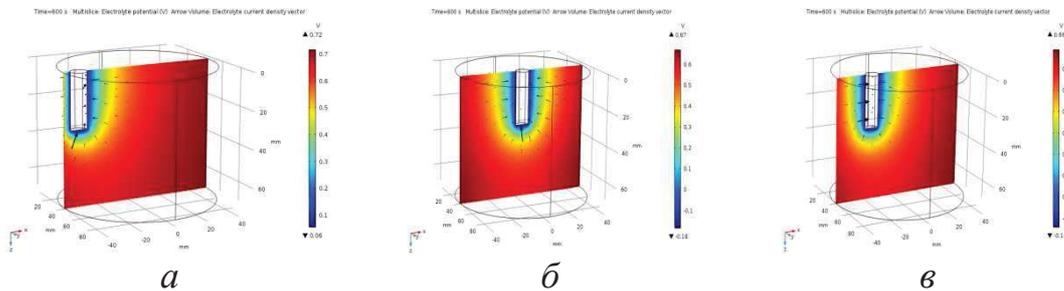
Схема расположения электрода-образца относительно противоэлектрода-анода в ванне обработки представлена на рисунке 1. Первоначально электрод-образец располагался соосно с анодом-противоэлектродом в центре ванны (положение 1), следующее положение характеризовалось смещением оси электрода-образца на 25 мм относительно центра (положение 2), в третьем положении расстояние от центра электрода-образца до образующей анода-противоэлектрода составляло 9,6 мм (положение 3). Для измерения толщины покрытия по высоте электрода-образца выбирались точки с шагом 5 мм от торца образца.



а – вид сверху, б – вид сбоку

Рисунок 1 – Схема расположения электрода-образца относительно противо-электрода-анода в ванне обработки

При оценке параметров электрохимических процессов формирования покрытий применяются численные методы интегрирования краевой задачи для потенциала электролита в области между электродами и толщины наносимого покрытия на постоянном токе, в частности, программа Comsol. Графические результаты программы Comsol с расчетом распределения электрического потенциала и толщины покрытия в системе двух круглых коаксиальных электродов с использованием постоянного тока представлены на рисунках 2 и 3.



а – 0 мм; б – 25 мм; в – 40,4 мм

Рисунок 2 – Конфигурация электрического потенциала электролита при смещении осей электродов

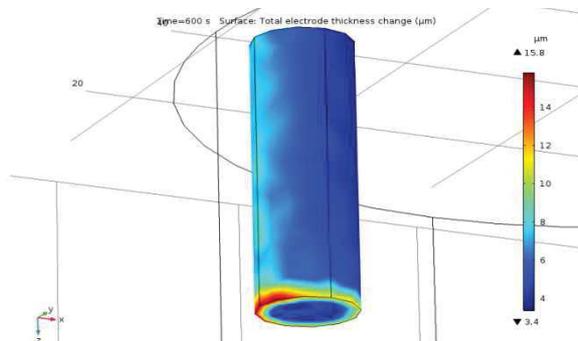


Рисунок 3 – Толщина цинкового покрытия при смещении осей электродов 40,4 мм

Экспериментальные исследования влияния импульсных электрических режимов проводились при следующих параметрах: материал образцов – низкоуглеродистая сталь Ст3; диаметр электрода-образца – 9,2мм, диаметр противоиэлектрода – 100 мм; площадь образцов – 0,09 дм²; амплитудная плотность тока импульсов – до 8,5 А/дм²; отношение амплитуд отрицательного и положительного импульсов – 100%; период следования импульсов – 2,0 мс; длительность положительных импульсов – 0,2 мс; длительность отрицательных импульсов – 1,2 мс. Обработку выполняли в цинкатном электролите следующего состава: NaOH – 80 г/л; ZnO – 10 г/л [3].

Температура электролита находилась в пределах 25±3°С. Продолжительность обработки всех образцов составляла 600 с. Контроль и запись формы импульсов тока осуществлялись запоминающим цифровым осциллографом С8-46/1. Измерение толщины покрытия осуществлялось толщиномером «Константа К5». Плотность тока при нанесении покрытия на постоянном токе составляла 0,55 А/дм², при большей плотности тока наблюдалось значительное дендритообразование и снижение качества покрытия.

Результаты измерений толщины покрытия в зависимости от взаимного положения электродов при покрытии на постоянном токе представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Смещение 0 мм	Смещение 25 мм	Смещение 40 мм
Точка	Средняя толщина, мкм	Средняя толщина, мкм	Средняя толщина, мкм
1	5,4375	10,6875	8,5
2	5,5	9,1875	4,5625
3	5,0625	6,6875	4,4375
4	5,0625	8,625	5,6875
Среднее значение толщины покрытия, мкм	5,265625	8,796875	5,796875
Разница в толщине покрытия для точек 1 и 3, %	-7%	-60%	-92%
Среднеквадратическое отклонение толщины покрытия, мкм	0,235932326	1,653889828	1,887717289

Результаты измерений толщины покрытия в зависимости от взаимного положения электродов при покрытии на импульсном токе представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметр	Смещение 0 мм	Смещение 25 мм	Смещение 40 мм
Точка	Средняя толщина, мкм	Средняя толщина, мкм	Средняя толщина, мкм
1	7,75	10,25	10,25
2	7,3125	10,3125	10,1875
3	7,8125	11,0625	10,1875
4	7,9375	10,8125	10,0625
Среднее значение толщины покрытия, мкм	7,703125	10,609375	10,171875
Разница в толщине покрытия для точек 1 и 3, %	1%	7%	-1%
Среднеквадратическое отклонение толщины покрытия, мкм	0,271833091	0,393220544	0,078644109

Заключение

По результатам выполненных исследований установлено, что при импульсном токе обеспечивается существенное снижение влияния расположения образца на толщину покрытия в коаксиальной системе электродов – отличие толщины покрытия в наиболее близкой к аноду точке 1 и наиболее удаленной точке 3 составляют 1% для смещения от оси 0 мм, 7% для смещения от оси 25 мм и -1% для смещения от оси 40,4 мм. Кроме того, использование импульсного тока позволяет повысить плотность тока покрытия с 1 А/дм² до 8,5 А/дм² и получить увеличение толщины покрытия с 5,8 мкм до 10,2 мкм без образования дендритов. Использование импульсных режимов для коаксиальной системы с диаметром противэлектрода 100 мм обеспечивает уменьшение неравномерности толщины покрытия: при смещении образца от оси на 25 мм – с 60 % до 7 %, при смещении образца от оси на 40,4 мм с 92 % до 1 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами. - М.: Химия, 1979. - 351 с.
2. Андреев И.Н., Межевич Ж.В., Зотеев К.А. Моделирование распределения тока при электрохимической обработке и нанесении покрытий с использованием подвесочной оснастки. // Учебное пособие.- Казань, 2006
3. Исследование и разработка процессов нанесения гальванических покрытий с использованием миллисекундных импульсных электрических режимов / Ю.Г. Алексеев, В.С. Нисс, А.Ю. Королёв, А.Э. Паршутто // Технология - Оборудование – Инструмент – Качество : тезисы докл. 32-й междуна. научн.-практич. конф. (Минск, 7-8 апреля 2016 г.) / редкол.: В.К. Шелег (отв. ред.) [и др.]. – Минск: Бизнесофсет, 2016, - С. 17 – 18.