

омеднения, никелирования и в ваннах нанесения покрытия олововисмут. Покачивающее устройство представляет собой металлическую раму с опорами и приводится в движение мотор-редуктором с заданной частотой и амплитудой вращения, работа систем качения синхронизирована с работой автооператоров линии.

Обеспечение безопасности.

С целью обеспечения безопасности при эксплуатации, гальваническая линия оборудована аварийными выключателями. Выключатели установлены на площадке обслуживания, на панели системы управления.

После введения в действие аварийных выключателей происходит полное отключение системы управления линией. После устранения аварии необходимо разблокировать выключатель и приступить к работе.

ЛИТЕРАТУРА

1 Виноградов С.С. Организация гальванического производства / С.С. Виноградов. М.: Глобус 2005;

2 В чём причина брака никелевых покрытий, осаждённых на алюминий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.galvanicrus.ru/qa/?answer=192> – Дата доступа: 05.12.2015;

3 Ямпольский А.М. Меднение и никелирование / А.М. Ямпольский. Л.: Машиностроение 1977.

УДК 621.357.7

Ю.Г. Алексеев, канд. техн. наук;
В.С. Нисс, доц., канд. техн. наук;
А.Ю. Королёв, канд. техн. наук;
А.Э. Паршутто, ст. научн. сотр;
Е.В. Сорока, вед. инженер-электроник,
(БНТУ, г. Минск)

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ БИПОЛЯРНОГО ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ

Для чистовой отделочной обработки поверхностей деталей из хромоникелевых сталей и цветных металлов, а также в качестве подготовительной операции перед нанесением гальванических покрытий наиболее прогрессивным в настоящее время является использование процессов электрохимической обработки. Работы, направленные на

разработку и исследование методов электрохимической обработки, обеспечивающих качественное полирование и очистку поверхности с применением нетоксичных, экологически безопасных и дешевых электролитов, являются актуальными в научном и практическом плане [1].

В результате выполненных авторами работ разработаны и исследованы процессы электрохимической обработки с применением миллисекундных импульсов положительной и отрицательной полярности, которые при правильном выборе параметров позволяют добиться эффективного полирования и очистки поверхности при обработке в экологически безопасных электролитах и с малыми энергетическими затратами.

В работе исследовалось влияние длительности, частоты следования и коэффициента заполнения импульсов в процессе биполярного импульсного электрохимического полирования на структуру и свойства поверхности, особенности формирования микропрофиля и потенциал питтингообразования поверхности. Исследования проводили на образцах из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т, латуни Л63 и стали 08кп. Для обработки образцов использовался электролит следующего состава: H_3PO_4 – 50%, H_2SO_4 – 25%, глицерин $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ – 20%; H_2O – 5% (об.). Продолжительность обработки составляла – 240 с. Плотность тока составляла 0,8–1,0 А/см² для всех режимов обработки.

Измерение шероховатости поверхности образцов до и после обработки производилось профилометром MarSurf PS1. Оптические фотографии поверхности образцов до и после обработки производилось металлографическим микроскопом Altami MET1. Контроль и запись формы импульсов тока осуществлялись запоминающим цифровым осциллографом С8-46/1. Для измерения стационарного потенциала образцов, полученных с использованием биполярной импульсной электрохимической обработки, использовался потенциостат-гальваностат ПИ-50-Pro. Измерение коэффициента отражения производилось на оригинальном приспособлении.

Установлено, что на съём материала образца из коррозионностойкой стали стали (рисунок 1) в зависимости от периода следования импульсов и соотношения амплитуд положительного и отрицательного импульсов существенное влияние оказывает именно соотношение амплитуд импульсов, при этом оптимальными электрическим режимами является отношение амплитуд 33%, период следования импульсов 5 мс и коэффициент заполнения 20%.



а

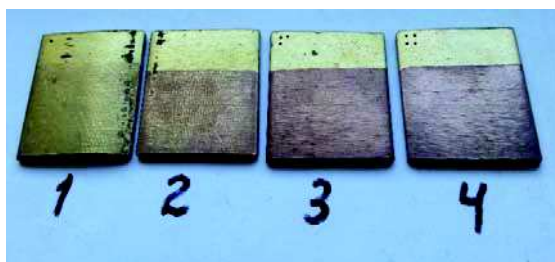


б

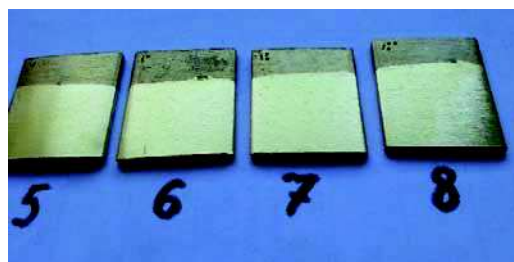
Рисунок 1 – Внешний вид образцов после обработки при следующих режимах: коэффициент заполнения – 20%, соотношение отношения амплитуд положительного и отрицательного импульсов:

а – 100 %; б – 33%

Проведенные для латуни (рисунок 2) исследования показывают, что коэффициент отражения при этом достигает максимального значения при отношении амплитуд 50%, при отношении амплитуд 100% происходит значительное снижение блеска до – 2% при периоде импульсов 5 и 20 мс. Таким образом оптимальными электрическими режимами для снижения шероховатости поверхности образца из латуни является отношение амплитуд 50%, период следования импульсов 10 мс и коэффициент заполнения 25%.



а



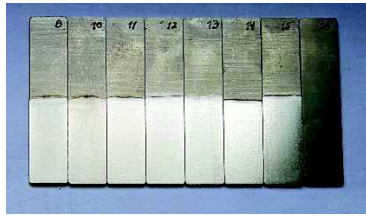
б

Рисунок 2 – Внешний вид образцов из латуни Л63 после обработки при следующих режимах: скважность – 25%, соотношение отношения амплитуд положительного и отрицательного импульсов:

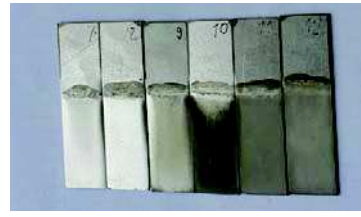
а – 100 %; б – 50%

Внешний вид образцов из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т и низкоуглеродистой стали 08кп после обработки при различных значениях длительности, частоты следования и коэффициента заполнения представлен на рисунке 3. Проведенные для низкоуглеродистой стали 08кп исследования показывают, что на съём материала образца существенное влияние оказывает значение коэффициента заполнения. Коэффициент отражения при этом достигает максимального значения при периоде следования импульсов 1–2 мс и коэффициенте заполнения 30%. Увеличение периода импульсов с 1 до 10 мс приводит к повышению шероховатости с монотонным ее снижением до периода 60мс. Оптимальными электрическими режимами для

повышения коэффициента отражения поверхности образца из низкоуглеродистой стали 08кп является период следования импульсов 1–2 мс и коэффициент заполнения 30%.



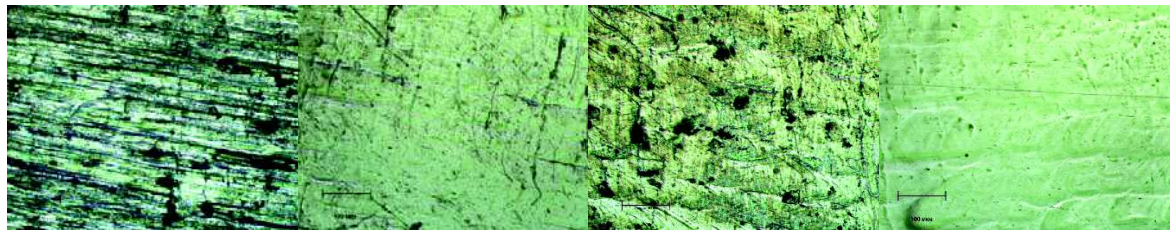
а



б

Рисунок 3 – Внешний вид образцов из коррозионностойкой стали 12Х8Н10Т и стали 08кп после обработки при следующих режимах: коэффициент заполнения – 20%, соотношение амплитуд положительного и отрицательного импульсов – 33% период следования импульсов 1–60 мс)

Значительный интерес представляет исследование влияния предшествующей механической обработки на параметры шероховатости поверхности, достигаемые окончательной импульсной биполярной электрохимической обработкой (рисунки 4 и 5).



а

б

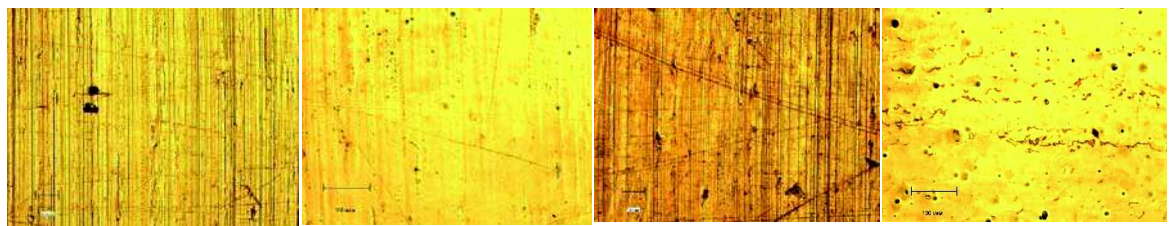
в

г

а, б – продолжительность обработки 2 мин;

в, г – продолжительность обработки 12 мин

Рисунок 4 – Микрофотографии поверхности пластин коррозионной стали, полученных прокаткой прутка, до и после импульсной биполярной электрохимической обработки, x100 (а, в – до обработки; б, г – после обработки)



а

б

в

г

а, б – продолжительность обработки 2 мин;

в, г – продолжительность обработки 12 мин

Рисунок 5 – Микрофотографии поверхности образцов из коррозионностойкой стали после тонкого фрезерования до и после импульсной биполярной электрохимической обработки, x100 (а, в – до обработки; б, г – после обработки)

Полученные результаты свидетельствуют о значительном влиянии предварительной механической обработки на убыль массы и изменение шероховатости после импульсной биполярной электрохими-

ческой обработки. Так при обработке образцов из нержавеющей листового проката убыль массы составляет 0,05% после 12 мин обработки, для образцов из нержавеющей пруткового проката она увеличивается в 4 раза и достигает 0,2 %. При обработке резанием убыль массы составляет 0,18 % для чистового и тонкого фрезерования, а для чистового и тонкого шлифования она имеет значение 0,165 %. Такие результаты объясняются существенным отличием эффективной плотности тока у поверхности детали – плоская поверхность проката не имеет значительной кривизны поверхности по сравнению с прутковым прокатом. При обработке пруткового проката наибольшее снижение шероховатости происходит в первые 2 минуты обработки (22–25%), что связано с повышенным значением эффективной плотности тока. Дальнейшая обработка не приводит к существенному снижению шероховатости даже за 12 мин (10–15%). Наиболее целесообразным применением импульсной биполярной электрохимической обработки нержавеющей стали является ее использование для прокатанных листовых и прутковых сортов.

При обработке образцов из латуни после чистового фрезерования убыль массы составляет 1,1 %, после тонкого фрезерования 1,05 %, после шлифования 1 % после 12 мин обработки, что в разы превышает убыль массы при обработке нержавеющей стали.

Обработка образцов после тонкого фрезерования, показывает снижение шероховатости на 50 % за 4 мин обработки, после чего шероховатость существенно не снижается. Для чистового шлифования характерно снижение шероховатости до 60 % за 8 мин обработки, а для тонкого шлифования снижение до 40 % происходит за 6 мин обработки. Таким образом, применение импульсной биполярной электрохимической обработки латуни целесообразно для тонкой фрезеровки и шлифовки. Установлено, что режимы обработки оказывают определенное влияние на значение потенциала питтингообразования обработанных поверхностей. Наиболее высокий потенциал питтингообразования коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т 790–800 мВ, обеспечивается при периоде следования импульсов 0,6–1,0 мс, соотношении амплитуды катодного импульса к анодному 100% и коэффициенте заполнения 25–45 %, что превышает потенциал питтингообразования после механического шлифования – 550 мВ и полирования – 350 мВ в 1,5–2 раза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Житников В. П., Зайцев А. Н. Импульсная электрохимическая размерная обработка. – М.: Машиностроение, 2008–413 с.