

УДК 621.357.7

Ю.Г.Алексеев, В.С.Нисс, А.Э.Паршутто, А.Ю.Королев, Е.В. Сорока
(БНТУ, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Необходимость в большом количестве медицинских инструментов для протезирования и травматологии требует роста его производства. Требования к качеству поверхности таких инструментов весьма высоки. Наиболее качественная отделка поверхности достигается электрохимическими способами обработки. Дальнейшее развитие электрохимического способа обработки состоит в применении биполярного импульсного электрохимического полирования. Этот способ прост, имеет пониженное потребление электроэнергии и не требует сложного и дорогостоящего оборудования. Для отработки технологического процесса биполярного импульсного электрохимического полирования был разработан и изготовлен экспериментальный источник питания.

Источник питания экспериментальной установки биполярной электрохимической обработки содержит двухканальный регулируемый источник постоянного нестабилизированного напряжения с трехфазным входом 380 В и выходным током до 100 А. Диапазон регулирования напряжения: +2–21 В и -2–21 В.

Для электрохимического полирования нержавеющей стали применяется большое количество различных составов электролитов. После проведения предварительных экспериментов для отработки технологии был выбран базовый электролит следующего состава: H_3PO_4 – 50%, H_2SO_4 – 25%, глицерин $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$ – 25%. В указанный электролит добавлялась вода с концентрацией от 0 до 20% (об.). Данный электролит отличается отсутствием использования ядовитой окиси хрома CrO_3 и позволяет работать в широком температурном диапазоне 30–70 °С без существенного снижения качества обработки.

Целью работы является исследование технологии электрохимического полирования с использованием режимов постоянного тока, импульсного тока положительной полярности и биполярного тока в зависимости от содержания воды в указанном электролите. Для оценки влияния вида технологического тока на качество обработки применялись следующие электрические параметры – постоянный ток, импульсный ток положительной полярности и биполярный ток (рисунок 1). Плотность тока составляла 0,8 А/см² для всех режимов обработки. Продолжительность обработки – 240 с.

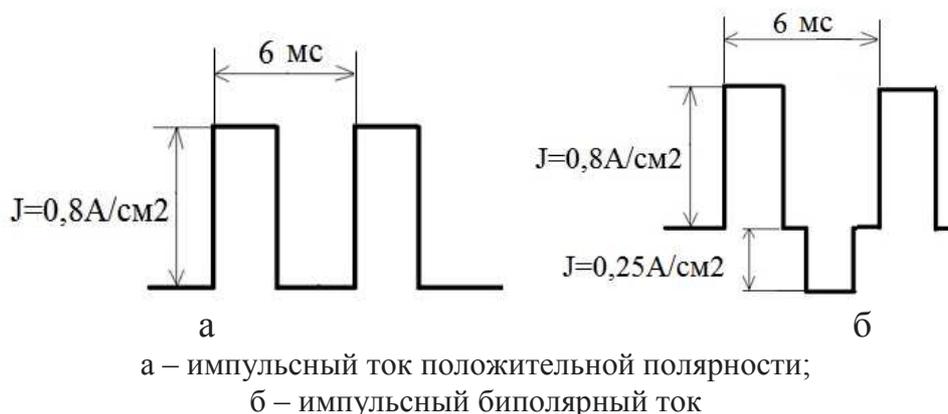
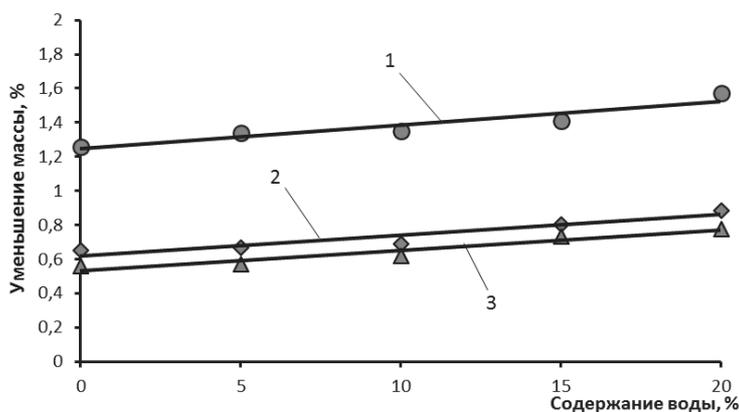


Рисунок 1 – Диаграммы амплитуды и длительности импульсов тока

В качестве электролитической ячейки использован стеклянный химический стакан объемом 1000 мл. Цилиндрический противэлектрод изготовлен из нержавеющей стали 12Х18Н10Т диаметром 100 мм. Подогрев электролита в электролитической ячейке осуществлялся электрическим нагревателем с магнитной мешалкой. Контроль температуры электролита обеспечивался электронным термометром. Экспериментальные образцы изготавливались из нержавеющей стали 316L, в виде пластин размерами 12x32x1 мм.

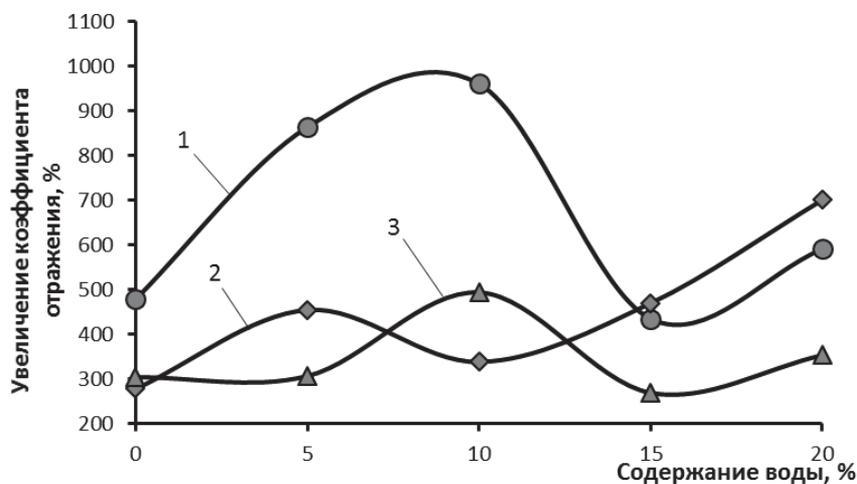


1 – постоянный ток; 2 – положительные импульсы; 3 – биполярные импульсы

Рисунок 2 – Влияние содержания воды в электролите на изменение массового съёма металла

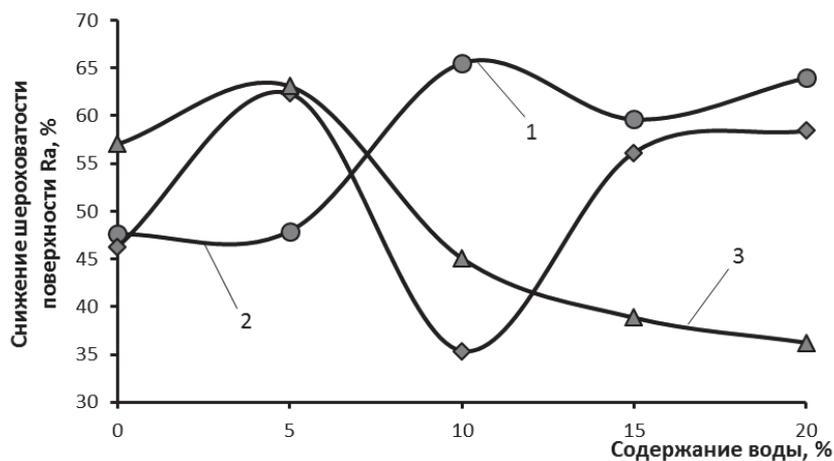
Измерение шероховатости поверхности образцов до и после обработки производилось профилометром MarSurf PS1. Состояние поверхности образцов до и после обработки оценивалось с помощью электронного микроскопа Vega Tescan. Контроль и запись формы импульсов тока осуществлялись запоминающим цифровым осциллографом С8-46/1. Измерение коэффициента отражения производилось с применением разработанной нами методики, основанной на измерении яркости параллельного пучка света,

отражённого от исследуемой поверхности. За отражение 100 % принималась поверхность эталонного оптического зеркала.



1 – постоянный ток; положительные импульсы; 3 – биполярные импульсы

Рисунок 3 – Влияние содержания воды в электролите на изменение коэффициента отражения поверхности



1 – постоянный ток; положительные импульсы; 3 – биполярные импульсы

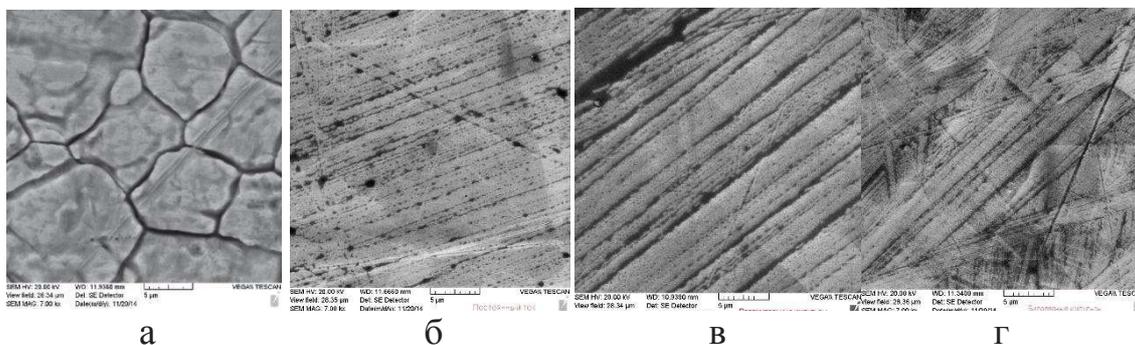
Рисунок 4 – Влияние содержания воды в электролите на изменение шероховатости поверхности

Результаты выполненных исследований представлены на рисунках 2–5 и в таблице 1. Как следует из полученных данных, использование импульсных режимов обработки позволяет снизить общий съём металла по сравнению с обработкой на постоянном токе в 2–2,2 раза. При этом качество обработки имеет равные параметры в сравнении с режимом постоянного тока, а наибольшее снижение шероховатости достигается в импульсных режимах обработки. Как

следует из графика на рисунке 4, шероховатость при импульсной обработке уменьшилась больше, чем при постоянном токе. Такие результаты получены при содержании воды в электролите 5% (об.).

Таблица 1 – Удельное потребление энергии при различных видах тока

Содержание воды, % (об.)	Напряжение, В	Удельная энергия, Дж/см ²		
		Постоянный ток	Положительные импульсы	Биполярные импульсы
0	11,5	2,21	1,10	0,97
5	9,7	1,86	0,93	0,82
10	7,8	1,50	0,75	0,66
15	6,8	1,31	0,65	0,57
20	5,89	1,13	0,57	0,50



а – без обработки; б – постоянный ток; в – положительные импульсы; г – биполярные импульсы

Рисунок 5 – Электронно-микроскопические фотографии поверхности образца при различных режимах обработки (x7000)

Установлено, что наилучшее качество поверхности при обработке коррозионностойких сталей обеспечивается при использовании базового электролита (H_3PO_4 – 50%, H_2SO_4 – 25%, глицерин $C_3H_8O_3$ – 25%) с добавлением к нему H_2O – 5% (об.). Применение такого электролита при биполярном импульсном электрохимическом полировании позволяет снизить энергопотребление процесса в 2,1 раза по сравнению с полированием при постоянном токе.