

Использование наших выпрямителей позволит Вашему гальваническому производству перейти на более высокий уровень энергоэффективности и качества.

Наше предприятие располагает собственными производственными площадями и квалифицированным персоналом. В своих изделиях мы используем комплектующие лучших мировых производителей электронной техники.

Продукция ОАО «УПНР» пользуется устойчивым спросом на территории Республики Беларусь, и безотказно работает на более чем 35 ведущих производственных предприятиях республики. Заказчиками ОАО «УПНР» являются крупные промышленные предприятия Республики Беларусь и Российской Федерации, такие как: ОАО «Минский автомобильный завод»; РУП «Минский тракторный завод»; ОАО «БАТЭ»; ОАО «ТАИМ» г. Бобруйск; ОАО «Брестмаш»; ОАО «Минский механический завод им. Вавилова»; ОАО «БААЗ» г. Барановичи; Белорусская железная дорога; ОАО «Мастяжарт» г. Москва; ОАО «Вымпел» г. Москва; ООО «Осмотикс» г. Санкт-Петербург. Кроме того, налажено успешное сотрудничество с такими предприятиями как ОАО «Стеклопласт» г. Гродно, ООО «ФОРТЕКС-водные технологии» г. Витебск, которые поставляли свои автоматизированные линии, укомплектованные нашими выпрямителями, на такие предприятия Российской Федерации как, ООО «Ростехнология» г. Самара, ООО «Энергия» г. Мытищи и другие.

Использование наших выпрямителей позволит Вашему гальваническому производству перейти на более высокий уровень энергоэффективности и качества покрытия.

Обеспечиваем гарантию в течение 24 месяцев с даты ввода в эксплуатацию, а также постгарантийное и сервисное обслуживание.

УДК 621.357.7

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

### **ВЛИЯНИЕ БИПОЛЯРНЫХ ИМПУЛЬСОВ МИКРОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СПЛАВОВ МЕДИ И ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ**

Методы электрохимической обработки, обеспечивают качественное полирование и очистку поверхности с применением импульсов тока положительной и отрицательной полярности и позволяют

получить их в экологически безопасных электролитах и с малыми энергетическими затратами.

Целью данной работы является исследование влияния биполярного импульсного электрохимического полирования при микросекундной длительности импульсов на структуру и свойства поверхности коррозионностойких сталей, а также исследование влияния длительности импульсов, периода их следования и плотности тока на параметры съема металла.

Исследования проводились при следующих диапазонах изменения действующих факторов:

- материалы образцов – нержавеющая сталь AISI 316 L, медь М1;
- образцы из нержавеющей стали AISI 316 L – отрезки трубы 12x1,5, площадь образцов – 3,7 см<sup>2</sup>;
- образцы из меди М1 – параллелепипеды 28x10x3, площадь образцов – 2,9 см<sup>2</sup>;
- амплитудная плотность тока положительных импульсов – 1, 2 и 3 А/см<sup>2</sup>;
- период следования импульсов – 40 мкс, 80 мкс, 160 мкс, 320 мкс;
- длительность импульсов  $T_a$ ,  $T_k$  и пауз между импульсами  $T_{ка}$  и  $T_{ка}$  выбиралась в пределах – 10 мкс, 20 мкс, 40 мкс и 80 мкс (Рисунок 1);
- отношение амплитуд отрицательного и положительного импульсов – 33%.
- коэффициент заполнения – 25 %.

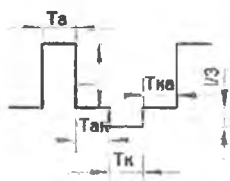


Рисунок 1 - Диаграмма воздействующих импульсов

Исследования нержавеющей стали AISI 316 L проводились в электролите следующего состава:  $H_3PO_4$  - 50%,  $H_2SO_4$  - 25%, глицерин  $C_3H_8O_3$  - 20%,  $H_2O$  - 5% (об.).

Исследования меди М1 проводились в электролите следующего состава:  $H_3PO_4$  - 85%, глицерин  $C_3H_8O_3$  - 15% (масс.). Температура электролитов находилась в пределах  $30 \pm 5^\circ C$ ; Продолжительность обработки всех образцов составляла 240 с.

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.

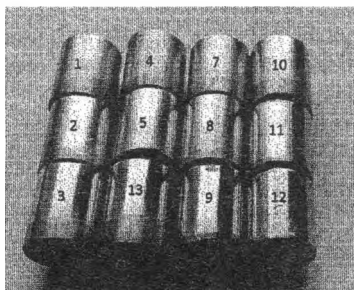
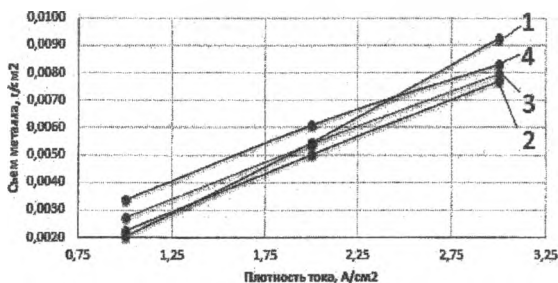


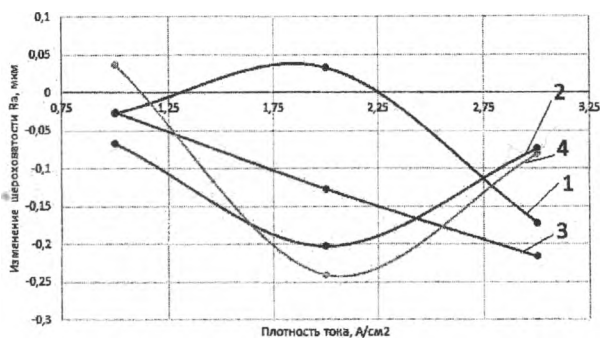
Рисунок 2 - Внешний вид образцов после обработки при следующих режимах обработки: коэффициент заполнения – 25%, соотношение амплитуд положительного и отрицательного импульсов - 33%; период следования импульсов – образцы 1-3 -40 мкс, плотность тока 1,2,3 А/см<sup>2</sup> соответственно, образцы 4,5,13 - 80 мкс, плотность тока 1,2,3 А/см<sup>2</sup> соответственно, образцы 7-9 -160 мкс, плотность тока 1,2,3 А/см<sup>2</sup> соответственно, образцы 10-12 -320 мкс, плотность тока 1,2,3 А/см<sup>2</sup> соответственно



1 – 10 мкс, 2 – 20 мкс, 3 – 40 мкс, 4 – 80 мкс

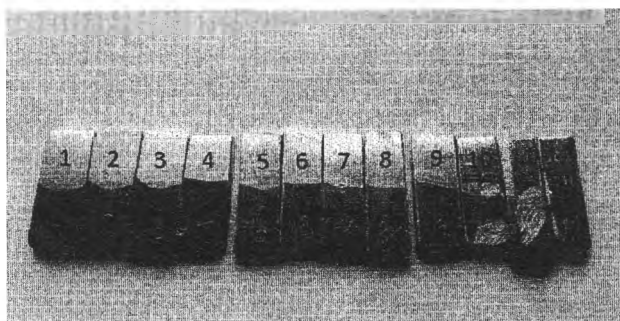
Рисунок 6 - Графики зависимости съема материала образца из нержавеющей стали от длительности импульсов и плотности тока

Из результатов исследований, проведенных для нержавеющей стали можно сделать следующие выводы. Съем материала образца из нержавеющей стали не зависит от периода следования импульсов и их длительности, при этом наблюдается увеличение съема с 0,0025 г/см<sup>2</sup> до 0,0085 г/см<sup>2</sup>.

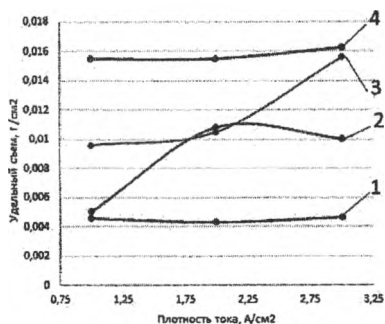


1 – 10 мкс, 2 – 20 мкс, 3 – 40 мкс, 4 – 80 мкс

**Рисунок 7 - Графики зависимости изменения шероховатости образца из нержавеющей стали от длительности импульсов и плотности тока**

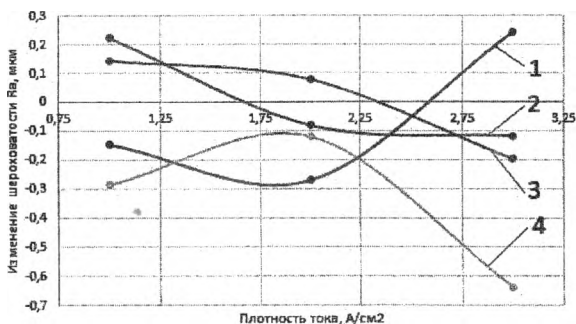


**Рисунок 8 - Внешний вид образцов из меди M1 до и после обработки**



1 – 10 мкс, 2 – 20 мкс, 3 – 40 мкс, 4 – 80 мкс

**Рисунок 9 - Графики зависимости съема материала образца из меди от длительности импульсов и плотности тока**



1 – 10 мкс, 2 – 20 мкс, 3 – 40 мкс, 4 – 80 мкс

**Рисунок 10 - Графики зависимости изменения шероховатости образца из меди от длительности импульсов и плотности тока**

Зависимость съема материала образца из нержавеющей стали от плотности тока показывает закономерное увеличение съема при ее увеличении с  $1 \text{ А/см}^2$  до  $3 \text{ А/см}^2$  при неизменном отношении амплитуд 33%. Наиболее существенное снижение шероховатости поверхности достигается при длительности импульса 40 мкс и плотности тока  $3 \text{ А/см}^2$ .

Из результатов исследований, проведенных для меди можно сделать следующие выводы. Съем материала образца из меди зависит от периода следования импульсов и их длительности, при этом наблюдается увеличение съема при увеличении длительности положительного импульса до 80 мкс и периода следования импульсов до 320 мкс. Зависимость съема материала образца из меди от плотности тока показывает увеличение съема при ее изменении от  $1 \text{ А/см}^2$  до  $3 \text{ А/см}^2$  при длительности импульса 40 мкс. Наиболее существенное снижение шероховатости поверхности достигается при длительности импульса 80 мкс и плотности тока  $3 \text{ А/см}^2$ .

Таким образом использование биполярных электрических импульсов микросекундной длительности не оказывает существенного влияния на съем материала как для нержавеющей стали, так и для меди, при этом шероховатость макрорельефа снижается при увеличении длительности импульсов до 80 мкс.