

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕГКООКИСЛЯЕМЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

*Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Будницкий А.С.
Белорусский национальный технический университет*

Summary. *Studies of the influence of the amplitude, frequency and duration of pulses on the surface quality of titanium, zirconium and magnesium alloys during pulsed electrochemical polishing are presented.*

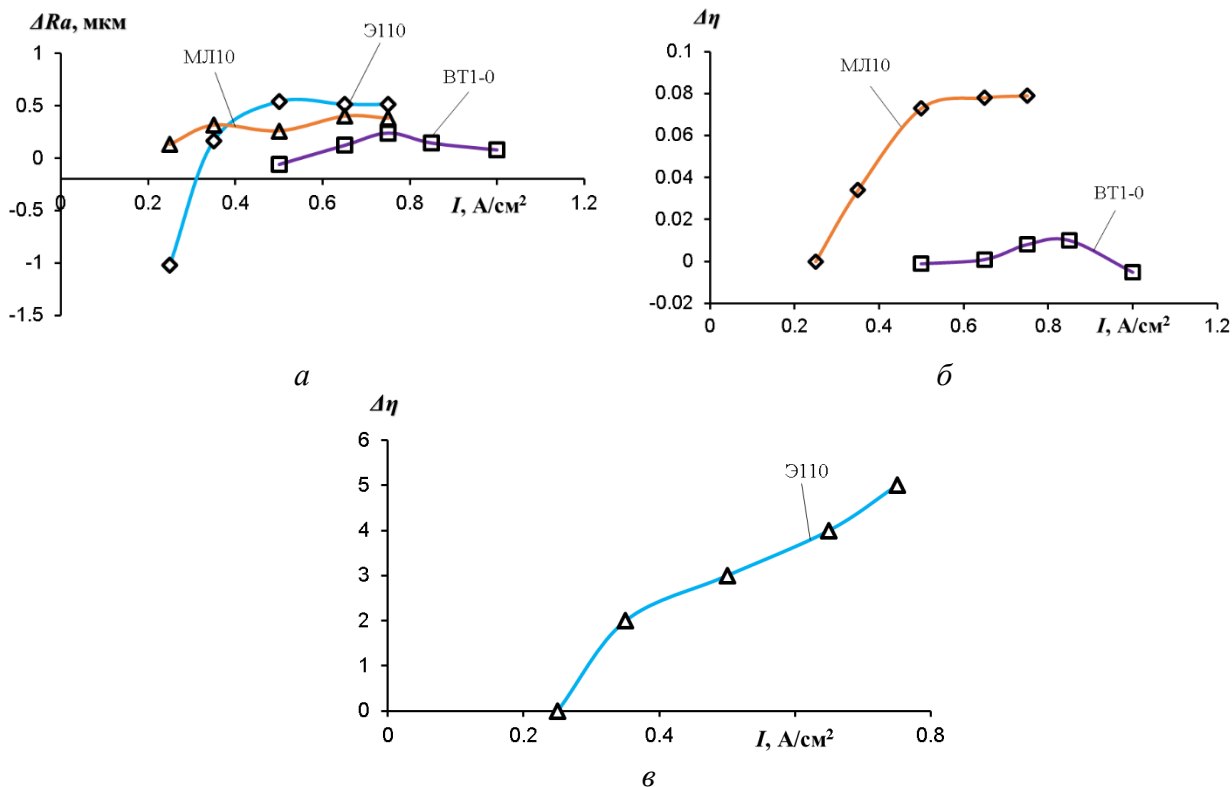
Применение импульсов микросекундной длительности (от 10 до 100 мкс) при электрохимическом полировании легкоокисляемых металлов и сплавов на их основе позволило существенно повысить качество обработки поверхностей по сравнению с результатами, полученными на постоянном токе с применением традиционных кислотных электролитов, в том числе токсичных, используемых обычно для труднообрабатываемых материалов. Микросекундные импульсы прямой и обратной полярности позволили создать активные участки растворения за счет релаксации электролита в паузе между рабочими импульсами, а также за счет возможности поддержания на аноде значения положительной составляющей поляризующего тока, где сохраняется активированное состояние поверхности, при этом не успевают развиваться диффузионные ограничения [1].

В работе приводятся результаты исследований влияния характеристик импульсов на качество поверхности в процессе импульсного электрохимического полирования легкоокисляемых металлов и сплавов на их основе.

Исследование влияния амплитуды, частоты и длительности импульсов, оказывающих основное влияние на скорость анодного растворения и пассивации поверхности в процессе импульсного электрохимического полирования, проводилось при частичном погружении в электролит плоских образцов из титана ВТ1-0 с размерами 40x10x1 мм, из магниевого сплава МЛ10 с размерами 50x10x3 мм и цилиндрических образцов из циркониевого сплава Э110 с размерами $\varnothing 10 \times 10$. Площадь погружаемой части образцов составляла – 4 см².

Качество обработки оценивалось по изменению шероховатости поверхности и по изменению коэффициента отражения. Оценка производительности выполнялась по изменению массы образцов в результате обработки. Шероховатость поверхности образцов до и после обработки измерялась профилометром MarSurf PS1. Массу образцов до и после обработки определяли с помощью аналитических весов Ohaus Pioneer PA214. Выполнение измерений коэффициента отражения на образцах выполнялось на специальном приспособлении, принцип работы которого заключается в сравнении обработанной поверхности с эталоном и получении количественной характеристики поверхности в процентах.

На рис. 1 представлены зависимости изменения шероховатости и коэффициента отражения поверхности образцов от амплитуды анодного импульса для трёх исследуемых материалов. Для титана ВТ1-0 существенное повышение качества поверхности достигается при плотности тока 1 А/см². Для магниевого сплава МЛ10 повышение плотности тока от 0,25 до 0,75 А/см² приводит к уменьшению изменения шероховатости поверхности более чем в два раза, однако при плотности тока 0,5 А/см² отмечается заметное повышение коэффициента отражения поверхности. Для циркониевого сплава Э110 при повышении плотности тока с 0,25 до 0,75 А/см² заметна положительная тенденция к повышению коэффициента отражения поверхности. При этом максимальное снижение шероховатости обеспечивается при значениях плотности тока от 0,5 до 0,75 А/см².



а – изменение шероховатости Ra для ВТ1-0 и МЛ10, б – изменение коэффициента отражения для ВТ1-0 и МЛ10, в – изменение коэффициента отражения для Э110

Рис. 1. Зависимости изменения шероховатости и коэффициента отражения от амплитуды анодного импульса (плотности тока)

По результатам исследований получены рекомендуемые амплитудно-временные характеристики для импульсного электрохимического полирования исследуемых материалов. Для образцов из титана ВТ1-0 высокое качество поверхности достигается при плотности тока 1 A/cm^2 , частоте следования импульсов 6 кГц и длительности катодного и анодного импульсов 60 мкс . При этом шероховатость и коэффициент отражения поверхности после $1,5 \text{ мин}$ обработки достигает значений $-0,46 \text{ мкм}$ и $0,16$ соответственно при исходных значениях шероховатости и коэффициента отражения $-0,621 \text{ мкм}$ и $0,01$.

Электрохимическое полирование образцов из сплава магния МЛ10 целесообразно выполнять при плотности тока $0,5 \text{ A/cm}^2$, высоких частотах следования импульсов (5 кГц и более) и низких длительностях импульсов (30 мкс и менее). Установленные амплитудно-временные параметры позволяют повысить изменение шероховатости и одновременно существенно повысить коэффициент отражения поверхности.

По результатам обработки образцов из сплава циркония Э110 обнаружено, что при плотности тока $0,5 \text{ A/cm}^2$, изменение шероховатости поверхности принимает максимальные значения. Рекомендуемая частота следования импульсов и длительность импульсов для циркониевых сплавов $-0,5 \text{ кГц}$ и 600 мкс соответственно. При этом обеспечивается наилучшее качество поверхности.

Литература

1. Применение биполярных микросекундных импульсов для электрохимического полирования легкоокисляемых металлов и сплавов / А.Э. Паршутто, А.Ю. Королёв, А.С. Будницкий // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: мат. Междунар. науч.-техн. конф., Могилев, 25–26 апреля 2019 г.* – Могилев: БРУ, 2019 – С. 59–60.