

1. Справочник конструктора-инструментальщика / Под общ. ред. В.А. Гречишникова и С.В. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 2006. – 542 с.
2. Сложные поверхности : Математическое описание и технологическое обеспечение. Справочник / И.А. Дружинский. – Л.: Машиностроение. – 1985. – 263 с.
3. Справочник технолога–машиностроителя / Ю.А. Абрамов и др., под общ. ред. А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков – 4-е изд., перераб. и доп. 2т. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.

УДК 621.923

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

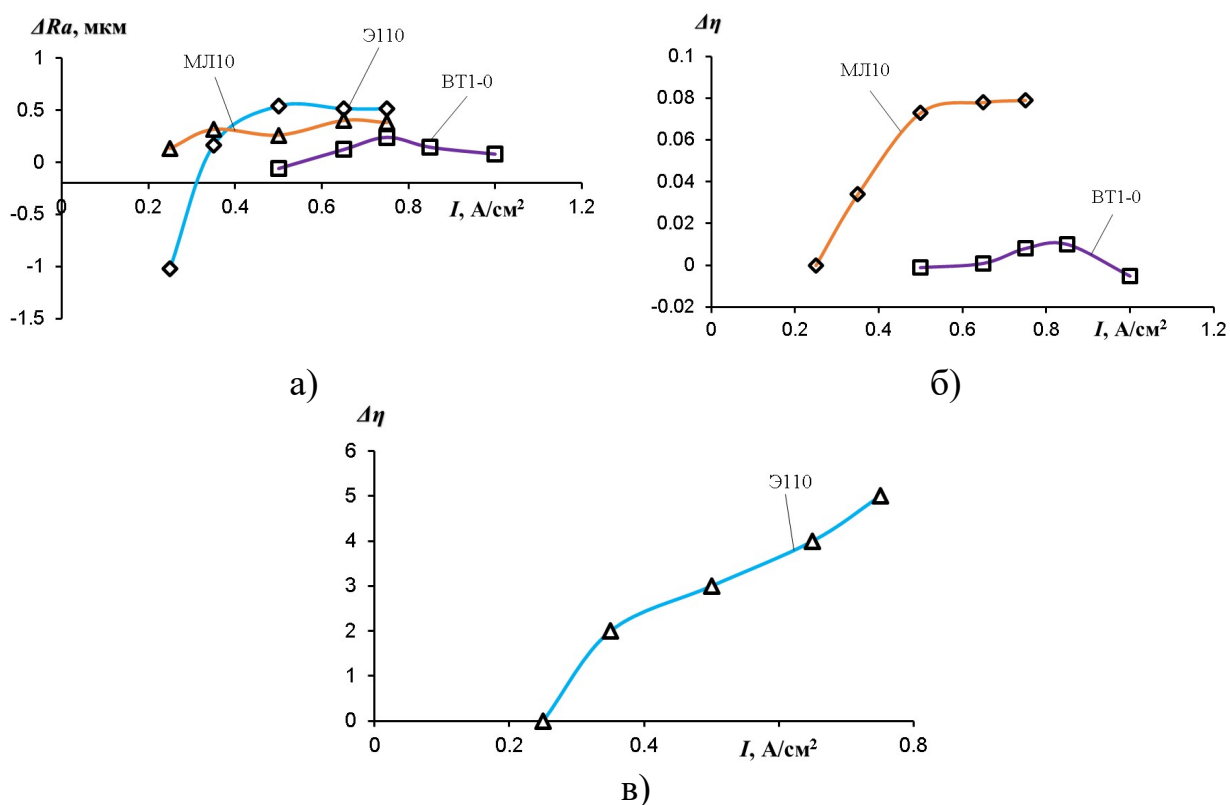
Нисс В.С., Алексеев Ю.Г., Королёв А.Ю., Будницкий А.С.
Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

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 $\varnothing 10 \times 10$ мм. Площадь погружаемой части образцов составляла – 4 см².

На рисунке 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 A/cm^2 . Для магниевого сплава МЛ10 повышение плотности тока от $0,25$ до $0,75 \text{ A/cm}^2$ приводит к уменьшению изменения шероховатости поверхности более чем в два раза, однако при плотности тока $0,5 \text{ A/cm}^2$ отмечается заметное повышение коэффициента отражения поверхности. Для циркониевого сплава Э110 при повышении плотности тока с $0,25$ до $0,75 \text{ A/cm}^2$ заметна положительная тенденция к повышению коэффициента отражения поверхности. При этом максимальное снижение шероховатости обеспечивается при значениях плотности тока от $0,5$ до $0,75 \text{ A/cm}^2$.



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

Рисунок 1 – Зависимости изменения шероховатости и коэффициента отражения от амплитуды анодного импульса (плотности тока)

Увеличение частоты следования импульсов для титана ВТ1-0 приводит к повышению как изменения шероховатости, так и коэффициента отражения поверхности. Для магниевого сплава МЛ10 существенное повышение изменения шероховатости поверхности отмечается только при увеличении частоты следования импульсов в диапазоне от $0,05$ до $0,5 \text{ кГц}$. При этом также улучшается коэффициент отражения поверхности. Для сплава Э110 также отмечается повышение качества поверхности при увеличении частоты следования импульсов до $0,5 \text{ кГц}$, однако при дальнейшем увеличении частоты

изменение шероховатости поверхности уменьшается почти на 50%, а коэффициент отражения поверхности более чем на 70%.

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.

УДК 621.9.047.7:621.923

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ СТАЛЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ УГЛЕРОДА

Нисс В.С., Паршутто А.Э., Сенченко Г.М., Королёв А.Ю., Янович В.А.
Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь

Для решения проблемы качественного электрохимического полирования сталей с повышенным содержанием углерода нами разработан способ, который заключается в применении импульсного технологического тока и использовании в качестве электролитов безводных или маловодных растворов на основе органических растворителей. Электропроводность таких электролитов обычно на 1–2 порядка ниже электропроводности водных растворов [1]. По результатам исследований разработанного способа установлены электролиты и режимы электрохимического полирования сталей машиностроительного назначения с повышенным содержанием углерода таких как 45, 65Г и У10А, обеспечивающие высокие показатели качества поверхности (низкое значение шероховатости обработанной поверхности и высокая отражательная способность).

В работе приводятся результаты моделирования распределения плотности тока при электрохимическом полировании сталей с повышенным содержанием углерода в электролите на основе органических растворителей. В данном исследовании моделируются первичное и вторичное распределение плотности тока в электрохимической ячейке, разработанной для исследования влияния геометрических особенностей анода и характеристик применяемых электролитов на распределение плотности тока. Для создания модели использована программа Comsol 5.4.

Кинетика анода определяется с помощью экспериментальных данных поляризации, зависящие как от потенциала электрода, так и от температуры. Средняя плотность тока 3000 А/м^2 используется для анода. Предполагается, что