

тролита существенно ухудшает равномерность обработки закаленных образцов, а также изменение шероховатости поверхности в процессе ИЭХО.

Увеличение проводимости электролита способом увеличения концентрации хлорной кислоты для образцов без закалки и после закалки ведет к улучшению качества поверхности, однако для не закаленных образцов отмечается интенсивное питтингообразование. Увеличение проводимости с помощью температуры электролита так же положительно влияет на интенсивность скругления микронеровностей, однако интенсивность питтингообразования существенно повышается для закаленных образцов. Высокие значения температуры (45-50⁰С) и концентрации хлорной кислоты (50% и более) ведет к резкому ухудшению поверхности как для закаленных, так и для не закаленных образцов.

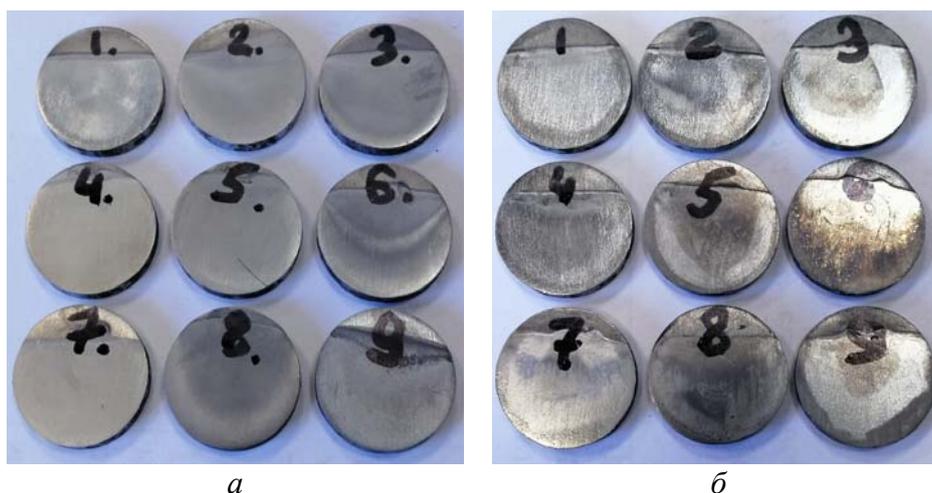


Рисунок 2 – Изображение образцов после ИЭХО:
а – не закаленная сталь У10; б – закаленная сталь У10

В ходе исследований влияния состава и свойств электролита на качество поверхности (рисунок 2), производительность обработки сталей машиностроительного назначения установлено, что для ИЭХО высокоуглеродистых сталей (на примере стали У10 до и после закалки) целесообразно использовать холодные электролиты (15-25⁰С) при концентрации хлорной кислоты – 20-40%. Добавление в электролит, на основе ледяной уксусной кислоты и хлорной кислоты, тиомочевины (1-1,5%), способствует улучшению качества поверхности и уменьшению интенсивности питтингообразования.

Список использованных источников

1. Применение импульсных режимов при электрохимическом полировании коррозионностойких сталей / Ю.Г. Алексеев [и др.] // Наука и техника – 2019. – 18 № 3. – 200-209 с.

УДК 621.923

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ ЛЕГКООКИСЛЯЕМЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Нусс В.С., Королёв А.Ю., Будницкий А.С.

Белорусский национальный технический университет

Abstract. The technology of electrochemical processing using microsecond pulses was developed, which provides the possibility of high-quality polishing and purification of easily oxidized metals and alloys, including difficult to process, in electrolytes of simple compositions

without the use of toxic components. The results of studies of the influence of the frequency and duration of pulses on surface quality during pulsed electrochemical polishing of easily oxidized metals and alloys are presented.

Электрохимическая обработка легкоокисляемых материалов (таких как алюминий, титан, цирконий, магний, ниобий) и сплавов на их основе, обладающих высокой склонностью к пассивации и образованию в дальнейшем устойчивой окисной плёнки, имеет ряд специфических проблем, основными из которых является необходимость использования источников высокого напряжения и дорогостоящих токсичных электролитов.

Проведенных ранее исследования [1] установили чрезвычайно важное влияние импульсов в процессах электрохимического полирования (в особенности при минимальных значениях исследованного диапазона длительности импульсов) на повышение эффективности сглаживания микронеровностей и обеспечение глянцевої поверхности, что стало возможным решением проблемы качественного электрохимического полирования большинства алюминиевых и титановых сплавов, а также сплавов других труднообрабатываемых легкоокисляемых металлов (циркония, ниобия, магния).

Проведенные ранее исследований при использовании импульсных токов с миллисекундной длительностью импульсов (от 0,1 до 100 мс) значительное снижение шероховатости поверхности и существенное повышение отражательной способности были достигнуты для технически чистого алюминия, алюминиевых сплавов Д16Т, В95 и АД31, а также для технически чистого титана ВТ1-0. Причем обработка титана выполнялась в электролите, не содержащем плавиковую кислоту. При обработке других титановых и алюминиевых сплавов с применением указанного диапазона длительности импульсов на поверхности формировался оксидный слой, качество поверхности при этом не улучшалось.

Применение импульсов микросекундной длительности (от 10 до 100 мкс) при электрохимическом полировании легкоокисляемых металлов и сплавов на их основе при оптимальных параметрах позволило существенно повысить качество обработки поверхностей. Зависимости, характеризующие влияние частоты и длительности импульсов при ИЭХП, представленные на рисунке 1, демонстрируют увеличение изменения шероховатости поверхности при высоких частотах импульсов.

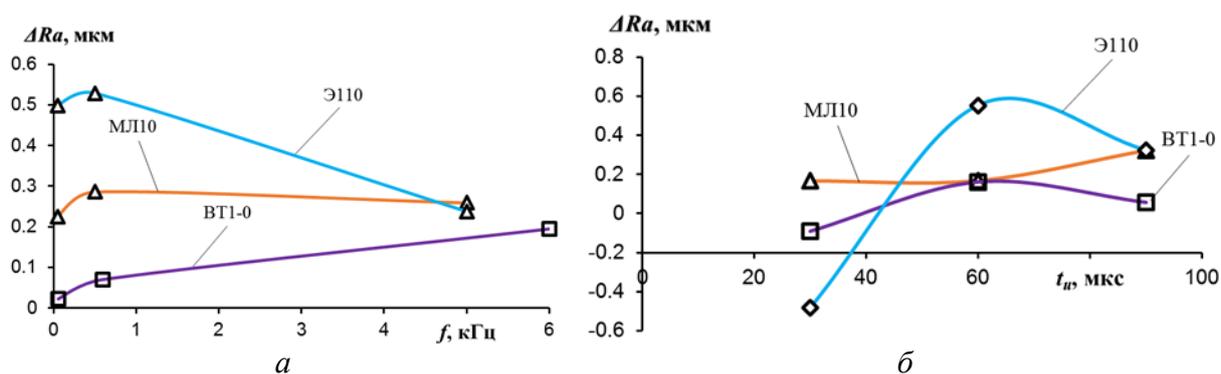


Рисунок 1 – Влияние частоты и длительности импульсов при ИЭХП легкоокисляемых металлов и сплавов

Использование импульсов прямой и обратной полярности так же позволило использовать простые и дешевые электролиты на основе изопропилового спирта с добавлением хлорной кислоты для сплавов циркония, магния и нитинола, и на основе уксусной и серной кислоты с добавлением небольшого количества солей фтора (до 5%).

Для титановых сплавов разработаны режимы биполярной ИЭХП, обеспечивающие полирование поверхности с образованием гладкой зеркальной поверхности (Ra 0,1). Для сплавов из циркония, магния и нитинола разработаны режимы униполярной ИЭХП, обеспечивающие высокую эффективность сглаживания микронеровностей при низком съёме материала.

На основании полученных результатов отработаны процессы импульсного электрохимического полирования (ИЭХП) ряда изделий из легкоокисляемых металлов и сплавов, применяемых в медицине. Примеры обработки деталей с помощью разработанной технологии представлены на рис. 1.

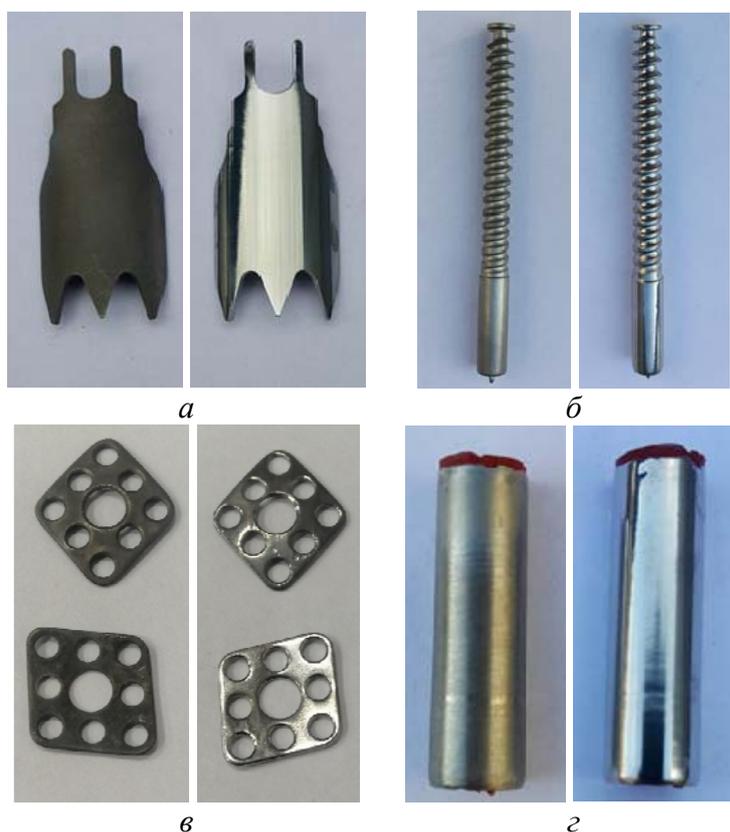


Рисунок 2 – Примеры ИЭХП изделий из легкоокисляемых металлов и сплавов:
а – нитинол; *б* – титановый сплав ВТ6; *в* – титан ВТ1-0; *г* – циркониевый сплав Э110

Список использованных источников

1. Применение импульсных режимов при электрохимическом полировании коррозионноустойчивых сталей / Ю.Г. Алексеев [и др.] // Наука и техника – 2019. – 18 №3. – 200-209 с.

УДК 621.789

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ ПРИ АЗОТИРОВАНИИ В УСЛОВИИ НЕСТАЦИОНАРНОГО НАГРЕВА

Пацэко Е.К.

Белорусский национальный технический университет

Широко используемые процессы термической и химико-термической обработки металлов и сплавов, основанные на однократном нагреве и охлаждении, наиболее распространены в промышленном производстве. Азотирование, закалка и отпуск изучены,