

УДК 621.923  
ПРИМЕНЕНИЕ БИПОЛЯРНЫХ МИКРОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ  
ДЛЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПОЛИРОВАНИЯ  
ЛЕГКООКИСЛЯЕМЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

А. Э. ПАРШУТО, А. Ю. КОРОЛЁВ, А. С. БУДНИЦКИЙ  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Электрохимическая обработка легкоокисляемых металлов (таких как алюминий, титан, цирконий, магний, ниобий) и сплавов на их основе в современных процессах полирования, глянцеваания и очистки изделий медицинского назначения, деталей машино- и приборостроения имеет ряд специфических проблем. Известна высокая склонность таких материалов к пассивации и образованию в дальнейшем устойчивой окисной плёнки, для пробоя которой необходимо использовать источники высоких напряжений. После её пробоя необходимо снизить напряжение на электродах до уровня, обеспечивающего устойчивый анодный процесс. Обработка легкоокисляемых материалов вследствие указанных причин становится неустойчивой, система может перейти в автоколебательный режим с положительным коэффициентом обратной связи.

Процессы, связанные с анодным растворением и пассивацией при обработке таких материалов, развиваются не сразу, а с различной динамикой в микро- и миллисекундном диапазоне времен. Исследования показали, что улучшения условий протекания процесса обработки можно достичь, используя импульсные режимы обработки [1]. Они создают предпосылки для стабилизации условий и реализации системы управления процессом обработки легкоокисляемых материалов с более устойчивыми характеристиками регулирования. Поэтому, варьируя амплитудой, полярностью и длительностью импульсов тока в этом временном диапазоне, можно сформировать анодный потенциал, обеспечивающий оптимальное соотношение скоростей растворения и пассивационных процессов. Длительности пауз между импульсами также оказывают влияние на протекающие процессы. Для каждой пары «анодный материал – электролит определенного состава» скорости развития процессов разные. Также отличаются и оптимальные величины потенциалов для электрохимической обработки. Соответственно отличаются и амплитудно-временные параметры импульсов тока (амплитудная плотность тока, длительности импульса и паузы между импульсами), обеспечивающие, например, наивысшую скорость растворения материала, или качество сглаживания микрорельефа поверхности при электрохимической полировке. Кроме того, открывается возможность использования менее агрессивных и более дешёвых солей фтора, вместо плавиковой кислоты.

По результатам проведенных 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.

Учитывая установленное чрезвычайно важное влияние импульсов в процессах электрохимического полирования (в особенности при минимальных значениях исследованного диапазона длительности импульсов), возможным решением проблемы качественного электрохимического полирования большинства алюминиевых и титановых сплавов, а также сплавов других труднообрабатываемых легкоокисляемых металлов (циркония, ниобия, магния) являлось дальнейшее повышение частоты следования положительных и отрицательных импульсов (уменьшение длительности импульсов до микросекундного диапазона).

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 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 свойств 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.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние биполярных импульсов микросекундной длительности на электрохимическое полирование изделий из сплавов меди и высоколегированных коррозионно-стойких сталей / В. С. Нисс, Ю. Г. Алексеев, Е. В. Сорока, А. Э. Паршутто, А. Ю. Королёв // Современные электрохимические технологии и оборудование: материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 24–25 нояб. 2016 г. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 28–32.