

## **ПОРИСТОСТЬ ПОКРЫТИЙ ПРИ ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ РЕЖИМАХ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ**

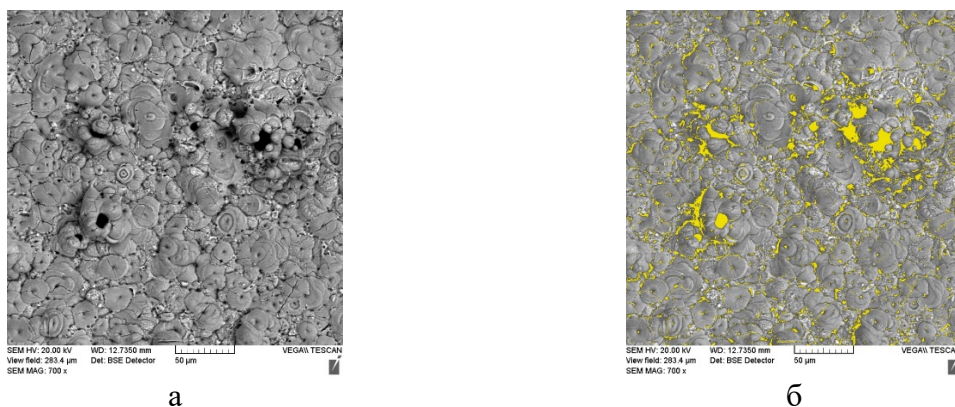
**Нисс В.С., Королёв А.Ю., Паршута А.Э., Сорока Е.В.**

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Беларусь

Важной характеристикой МДО-покрытий является их пористость. Пористость покрытия оказывает существенное влияние на его электроизоляционные свойства, способность впитывать краску или смазку, способность к адгезии при соединении с другими материалами. Применительно к изделиям медицинского назначения из титана и титановых сплавов пористость покрытия определяет способность прорастания костной ткани при или, наоборот, способность изолировать поверхность от агрессивного воздействия биологических жидкостей.

В работе исследовалось влияние частоты и коэффициента заполнения импульсов на пористость оксидных покрытий, формируемых в процессе МДО. Исследования выполнялись при значениях частоты следования импульсов – 83, 125, 250, 333, 500 Гц и при значениях коэффициента заполнения положительного и отрицательного импульсов 0,05–0,45 (с интервалом 0,1). В качестве образцов использовались пластины из алюминия АД1 с размерами 20x5x1 мм. Обработка выполнялась в электролите на основе водного раствора КОН (3 г/л) с добавлением  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (9 г/л) при температуре 20 °С. Продолжительность обработки образцов составляла 60 мин. Выбор диапазонов амплитуды напряжения импульсов производился исходя из возможности получения равномерного бездефектного покрытия. Измерение пористости оксидного слоя производилось по снимку электронного микроскопа с помощью программы обработки изображений (рис. 1). Пористость определялась как процентное отношение суммы площадей пор на заданном участке площади снимка к общей площади участка. Для каждого образца оценивалась пористость поверхности и пористость основного внутреннего твердого слоя покрытия.

По результатам анализа полученных изображений установлено, что характеристики импульсов оказывают существенное влияние на рельеф и пористость формируемых оксидных слоев. При относительно длинных по сравнению с паузами импульсах формируется поверхность, заполненная большим количеством оплавленных гранул (с размерами 20–50 мкм) с пустотами между ними. При использовании относительно коротких по сравнению с паузами импульсов тока формируется менее пористое и плотное покрытие, представляющее собой наложение множества оплавленных участков (с размерами 10–30 мкм), образованных вокруг мест пробоя.



а – фотография оксидного слоя; б – выделенные участки пустот на оксидном слое  
 Рис. 1 – Фотография поверхности оксидного слоя на алюминии АД1 при частоте следования импульсов 250 Гц и коэффициенте заполнения 0,05

Зависимости пористости оксидного покрытия от параметров импульсов представлены на рис. 2. Пористость поверхности снижается с увеличением частоты и с уменьшением коэффициента заполнения. В свою очередь, частота и коэффициент заполнения определяются, в том числе, длительностью импульсов. Таким образом, эффективное управление пористостью можно обеспечить изменением длительности импульсов при постоянной частоте и изменением частоты импульсов при постоянном коэффициенте заполнения. Амплитуда напряжения импульсов при этом остаётся постоянной. Исследования поперечных шлифов оксидированного слоя показали, что пористость основного внутреннего твердого слоя покрытия также изменяется в зависимости от частоты, но величина и диапазон ее изменения меньше – 6–9%. В таком же диапазоне пористость находится и при изменении коэффициента заполнения импульсов на одной частоте. Для пористости основного внутреннего твердого слоя покрытия существует точка перегиба (при частоте 250 Гц). При увеличении частоты выше этого значения пористость снижается с 8–9 % до 6 %. При изменении коэффициента заполнения импульсов происходит снижение пористости с увеличением коэффициента заполнения более 0,55 – с 8–9 % до 6–7 %.

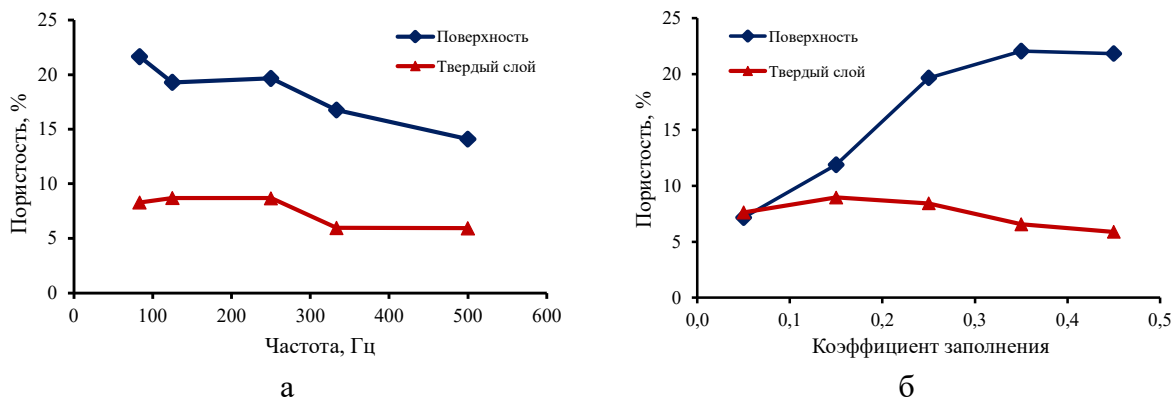


Рис. 2. Влияние частоты (а) и коэффициента заполнения (б) импульсов на пористость поверхности и твердого слоя покрытия