

УДК 621.794.61

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ДЛИННОМЕРНЫХ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ МИКРОДУГОВЫМ ОКСИДИРОВАНИЕМ

В. С. НИСС¹, А. И. ИВАНОВ²¹Белорусский национальный технический университет²Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

Минск, Беларусь

Существующие процессы микродугового оксидирования (МДО) обеспечивают высокие прочностные и эксплуатационные характеристики формируемых светопоглощающих покрытий на поверхностях изделий сложной формы. Однако применение метода МДО для создания равномерных покрытий на внутренних поверхностях, в особенности длинномерных изделий, затруднено из-за изменения электрических условий по мере удаления от открытого участка. Так, например, при МДО трубчатых изделий со свободным погружением в электролит на внутренней поверхности формируется градиентное по толщине, цвету и коэффициенту поглощения оксидное покрытие. Причем равномерное черное покрытие формируется на расстоянии не более одного диаметра от торца изделия. Для решения проблемы получения качественных покрытий на внутренних поверхностях разработан новый метод и оборудование, основным компонентом которого является специальная электродно-гидравлическая система, которая позволяет создавать в зоне обработки необходимые электрические и гидравлические условия для успешного протекания микродугового процесса. Характеристики оборудования позволяют формировать светопоглощающие покрытия на поверхности образцов с возможностью управления их структурой и свойствами [1].

Для исследования технологических особенностей формирования покрытий на внутренних поверхностях изделий цилиндрической формы использовались образцы в виде отрезков труб с наружным диаметром 25 мм и толщиной стенки 1 мм из алюминиевого сплава АМг2 и титана ВТ1. Установлено, что формирование черных износостойких покрытий на образцах из алюминиевого сплава АМг2 обеспечивается при использовании силикатно-фосфатного электролита с добавлением ферроцианида калия. Обработка выполнялась при следующих импульсных характеристиках: импульсный режим – однополярный; амплитуда напряжения импульсов – 550 В, период импульсов – 4,5 мс, длительность импульса – 0,5 мс, длительность паузы – 4 мс. Для обработки внутренних поверхностей образцов из титана ВТ1 использовался электролит на основе дигидрофосфата натрия и сульфата железа (рис. 1). Амплитуда положительного и отрицательного импульса составляла 550 и 150 В, длительность положительных и отрицательных импульсов – 0,05 мс, длительность паузы между импульсами – 1 мс.

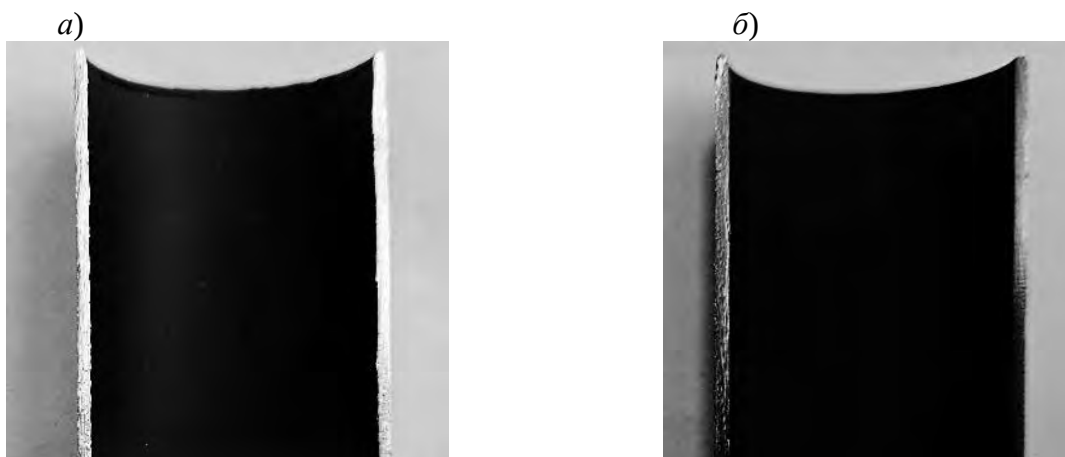


Рис. 1. Покрытия на внутренней поверхности образцов труб с внутренним диаметром 23 мм из алюминиевого сплава АМг2 (а) и титана ВТ1 (б)

Установлено, что при МДО образцов из сплава АМг2 повышение температуры электролита приводит к снижению шероховатости формируемого на внутренней поверхности покрытия. Так, после обработки при температуре 20 °С среднее значение параметра шероховатости Ra составляет 1,69 мкм, а при повышении температуры до 40 °С формируется более гладкое покрытие с параметром шероховатости $Ra = 1,31$ мкм. При температуре электролита 20 °С толщина сформированного покрытия составила 30,0 мкм. Повышение температуры до 40 °С привело к уменьшению толщины покрытия (24,7 мкм). При уменьшении скорости перемещения электрода-инструмента с 1,0 до 0,5 мм/мин существенного роста толщины покрытия не наблюдалось – толщина увеличилась до 32,6 мкм. При исследованных параметрах МДО коэффициент поглощения формируемых покрытий находился в диапазоне 95,2 %...96,0 %.

В процессе МДО образцов из титана ВТ1 обеспечивалось формирование равномерных черных покрытий с толщиной 19 мкм при температуре электролита 30 °С и 16 мкм при температуре 40 °С. Повышение температуры электролита приводит к незначительному увеличению высоты микронеровностей формируемого покрытия. Так, при температуре электролита 30 °С шероховатость поверхности составляет $Ra = 2,32$ мкм, а при температуре 40 °С – $Ra = 2,53$ мкм. Кроме того, с повышением температуры наблюдается увеличение коэффициента поглощения, который, в свою очередь, коррелирует с параметром шероховатости. При температуре электролита 30 °С значение коэффициента поглощения составляет 93,5 %. При повышении температуры электролита до 40 °С коэффициент отражения увеличивается до 94,3 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микродуговое оксидирование внутренних поверхностей длинномерных трубчатых изделий / Ю. Г. Алексеев, В. С. Нисс, А. Ю. Королёв [и др.] // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка: материалы 15 Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 14–16 сент. 2022 г. – Минск: Беларус. навука, 2022. – С. 436–438.