

## **ФОРМИРОВАНИЕ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ НА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ДЛИННОМЕРНЫХ ТРУБЧАТЫХ ИЗДЕЛИЙ МИКРОДУГОВЫМ ОКСИДИРОВАНИЕМ**

**Алексеев Ю.Г., Нисс В.С., Королёв А.Ю., Сенченко Г.М.,  
Паршутто А.Э., Янович В.А.**

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь

Светопоглощающие покрытия применяются в электронно-оптических системах, в приборостроении для снижения рассеянного светового фона, а также при изготовлении приемников излучения, преобразователей солнечной энергии, устройств оптической обработки информации, которые изготавливаются, как правило, из алюминиевых и титановых сплавов. Такие покрытия обеспечивают ослабление фонового излучения.

Существующие в настоящее время методы получения светопоглощающих покрытий включают химические методы, анодное оксидирование с последующим окрашиванием в анилиновых красителях, электрохимическое осаждение, вакуумно-плазменную обработку, микродуговое оксидирование (МДО). Применяемые методы МДО, обеспечивают высокие прочностные и эксплуатационные характеристики светопоглощающих покрытий: высокую износостойкость, твердость, термостойкость, коррозионную стойкость, хорошую адгезию к основе. Однако, основной проблемой является создание на основе метода МДО таких покрытий на внутренних поверхностях длинномерных изделий и изделий сложной формы.

Для решения проблемы получения качественных покрытий на внутренних поверхностях разработаны 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 плазменного процесса. Характеристики оборудования позволяют формировать светопоглощающие покрытия на поверхности образцов с возможностью управления их структурой и свойствами за счет изменения характеристик процесса МДО. Погружение электрода-инструмента в зону обработки осуществляется с помощью модуля перемещения, который приводится шаговым двигателем через винтовую передачу (рисунок 1). Диапазон регулирования скорости привода перемещения электрода-инструмента (от 0 до 146 мм/мин) для обработки внутренних поверхностей обеспечивает возможность точного управления временем воздействия на определенный участок обрабатываемой поверхности. Вид струи электролита, формируемой на выходе из электрода-инструмента при обработке внутренней поверхности образца, представлен на рисунке 2.



Рисунок 1 – Внешний вид оборудования для получения МДО покрытий на внутренних поверхностях трубчатых изделий



Рисунок 2 – Струя электролита, формируемая на выходе из электрода-инструмента

В качестве образцов использовались отрезки труб из алюминиевого сплава АМг2  $\varnothing 25 \times 1$  длиной 100 мм. Для исследования режимов МДО использовался базовый электролит на основе силиката натрия ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 - 1\%$ ) и гидроксида калия (КОН – 0,2%). Для получения светопоглощающих МДО покрытий в электролит добавлялись компоненты, обеспечивающие в условиях высокотемпературных плазменных процессов на обрабатываемой поверхности окрашивание оксидного слоя в темные цвета – молибдат натрия и ферроцианид калия.

МДО внутренних поверхностей образцов выполнялось в анодно-катодном режиме с бестоковой паузой при амплитуде анодного импульса до 520 В и катодного импульса до 200 В. В зависимости от режимов в результате обработки формировались покрытия с различной структурой и свойствами, которые отличались морфологией, твердостью, прочностью сцепления с подложкой, цветом. Установлено, что наиболее прочное и равномерное черное покрытие формируется при следующих электрических режимах: соотношение положительного и отрицательного импульсов – 3:1, амплитуда положительного импульса – 300–350 В, коэффициент заполнения положительного импульса – 25%.