

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЯХ ПРИ ЭЛЕКТРОЛИТНО- ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ

Королёв А.Ю., Нисс В.С.

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

В работе исследовалось распределение плотности тока на различных участках внутренней поверхности в процессе электролитно-плазменной обработки (ЭПО). Для этого использовалось электродное устройство, включающее 11 изолированных друг от друга кольцевых анодов из стали AISI 304 шириной 5 мм с внутренним диаметром 28 мм, помещенных внутрь трубы из полипропилена длиной 125 мм с толщиной стенки 6 мм (рис. 1). Изоляция анодов друг от друга выполнялась с помощью колец из фторопласта шириной 1 мм. В свободной части трубы из полипропилена закреплялся отрезок трубы из стали AISI 304 с внутренним диаметром 28 мм длиной 59 мм. Аноды фиксировались в трубе из полипропилена шпильками. Кроме того, для создания естественных условий обработки дополнительно поляризовался отрезок трубы длиной 59 мм. Обработка выполнялась в 5% растворе сульфата аммония с температурой 90 °С при напряжении 300 В.

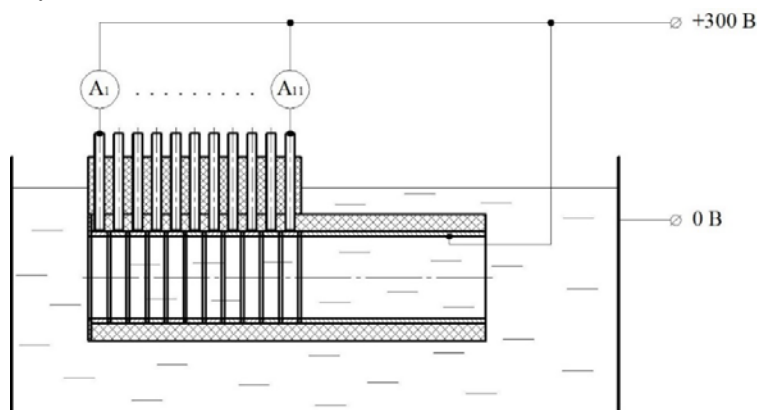


Рис. 1. Схема электродного устройства

Для каждого из анодов через токоизмерительный шунт фиксировались осциллограммы тока в режиме усреднения по результатам 16 циклов для определения среднего тока. Кроме того, выполнялось измерение массы каждого анода до и после обработки. Дополнительно с использованием этого же электролита (при температуре 60 °С) определялась плотность тока в режиме электрохимической обработки при напряжении 10 В. Масса анодов до и после обработки определялась на аналитических весах Ohaus Pioneer PA214. Осциллографические исследования выполнялись с помощью цифрового осциллографа OWON XDS 3102A.

Распределение плотности тока на внутренней поверхности для электрохимического процесса $i_{\text{ЭХО}}$ имеет существенные различия с установленным распределением для процесса ЭПО. Так при электрохимическом процессе уже при небольшом удалении от края образца (анод №2) происходит резкое снижение плотности тока с ($0,63 \text{ A/cm}^2$ до $0,04 \text{ A/cm}^2$). Такие связаны с особенностями изменения напряженности электрического поля на внутренней поверхности обрабатываемого образца, а также комплексными процессами, сопровождающими процесс ЭПО. ЭПО выполняется при гораздо более высоком напряжении (300 В) по сравнению с традиционным электрохимическим процессом. Соответственно напряженность электрического поля при ЭПО существенно выше, а ее снижение по мере удаления от края образца менее интенсивное. Кроме того, на среднюю плотность тока и съем металла при ЭПО существенное влияние оказывает нарушение сплошности парогазовой оболочки вокруг анода. Резкое снижение напряженности на внутренней поверхности и воздействие на парогазовую оболочку формирующихся гидродинамических потоков в результате приводит к повышению плотности тока.

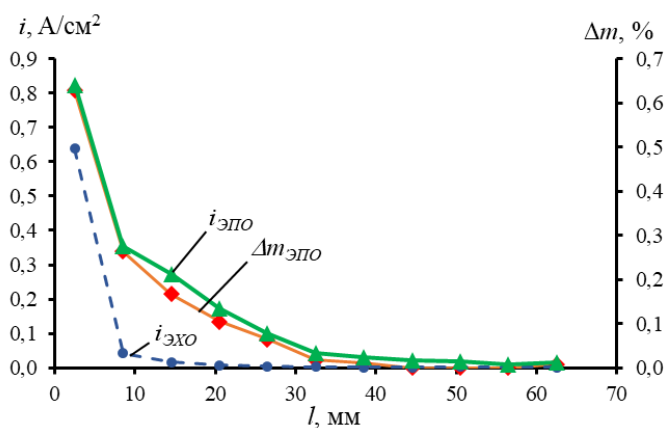


Рис. 2. Распределение плотности тока и съема металла на внутренней поверхности по мере удаления от по мере удаления от границы открытого участка

Для установления особенностей протекания анодных процессов на различных участках обрабатываемой поверхности выполнены осциллографические исследования электрического тока. Установлено, что на аноде №1 протекает преимущественно электролитно-плазменный режим с плотностью тока $i_{\text{эп1}} = 0,70 \text{ A/cm}^2$ при среднем значении $i_{\text{лср}} = 0,81 \text{ A/cm}^2$. Доля электролитно-плазменной составляющей в средней плотности тока для анода №1 составляет 86 %. Таким образом исключительно электролитно-плазменный режим протекает только в приграничной зоне протяженностью менее 5 мм. Плотность тока электролитно-плазменной составляющей на аноде №2 – $i_{\text{эп2}} = 0,14 \text{ A/cm}^2$, а его доля в средней плотности тока снижается до 41 %. Для анода №3 доля тока электролитно-плазменного процесса снижается до 28 %, для анода №4 – до 15%, а для анода №5 – до 8 %.