УДК 621.9.047

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАЗМЕРНОЙ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ

Алексеев Ю.Г., Нисс В.С., Королёв А.Ю., Паршуто А.Э.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Метод обработки в электролитах при высоких напряжениях электролитно-плазменная обработка (ЭПО) широко применяется в качестве финишной операции для полирования, глянцевания поверхности и для скругления острых кромок на деталях из различных металлических материалов. Авторами впервые на основе ЭПО разработан и внедрен новый способ размерной обработки, позволяющий осуществлять формообразование сложнопрофильных поверхностей деталей вращения с высоким качеством поверхности.

Целью данной работы являются экспериментальные исследования и оптимизация технологических параметров размерной ЭПО деталей вращения. В работе оценивалось влияние основных контролируемых параметров процесса ЭПО (рабочее напряжение, температура электролита и глубина погружения) на скорость размерного съема материала.

Установлено, что температурные условия в приэлектродной зоне и в электролите играют существенную роль в процессе ЭПО. При снижении температуры электролита ниже 40 ^{0}С вместо обработки наблюдается электролитный нагрев образцов. Обработка образцов при температуре электролита 40…60 ^{0}С сопровождается периодическим срывом процесса из-за нарушения сплошности парогазовой оболочки, что приводит к возникновению значительных бросков рабочего тока. В диапазоне от 70 до 90 ^{0}С достигается высокая стабильность процесса ЭПО, а при дальнейшем увеличении температуры (90…99 ^{0}С) образец оказывается погруженным в сплошную подвижную пену, затрудняющую процесс обработки.

Исследования влияния глубины погружения на скорость размерного съема проводились в диапазоне от 5 до 245 мм. Установлено, что с увеличением глубины погружения скорость размерного съема повышается, причем зависимость имеет линейный характер. Основными причинами повышения скорости съема являются перепад гидростатического давления и температурный градиент в вертикальном направлении. Очевидно, что повышение скорости съема будет происходить до глубины, при которой гидростатическое давление станет настолько высоким, что процесс пленочного кипения будет невозможен. Однако реализация процесса размерной обработки на большой глубине невозможна, что связано с технологическими трудностями. Поэтому на практике глубина погружения образцов не должна превышать 100…125 мм.

Исследования влияния рабочего напряжения на скорость размерного съема проводились в диапазоне от 200 до 300 В. В результате исследований

установлено, что с повышением напряжения происходит уменьшение скорости размерного съема. Зависимость имеет падающий гиперболический характер. Установлено, что обработка при напряжении от 200 до 240 В сопровождается периодическим нарушением устойчивости парогазовой оболочки и срывом процесса ЭПО. При напряжении от 240 В до 300 В процесс обработки протекает стабильно.

Для получения интерполяционной зависимости и оптимизации параметров размерной ЭПО проведен трехфакторный трехуровневый эксперимент по плану Бокса-Бенкина, в результате которого установлено, что основное влияние на скорость размерного съема материала оказывает температура электролита. Уравнение регрессии для расчета скорости съема материала в зависимости от технологических параметров обработки, запишется в следующем виде:

$$V_{ср.} = 5{,}96 - 2{,}12 \cdot t + 0{,}28 \cdot h - 0{,}6 \cdot U + 0{,}24 \cdot t \cdot U + 0{,}28 \cdot U^2,$$

где t – температура электролита, ^{0}C;

h – глубина погружения заготовки в электролите, мм;

U – рабочее напряжение, В.

Анализ полученного уравнения регрессии позволил установить, что максимальное значение скорости размерного съема составляет 9,5 мкм/мин и достигается при температуре 70 ^{0}C, глубине погружения 125 мм и напряжении – 240 В.

На рис. 1 представлена диаграмма, характеризующая поверхность распределения средней скорости размерного съема в зависимости от рабочего напряжения и температуры электролита при глубине погружения 125 мм.

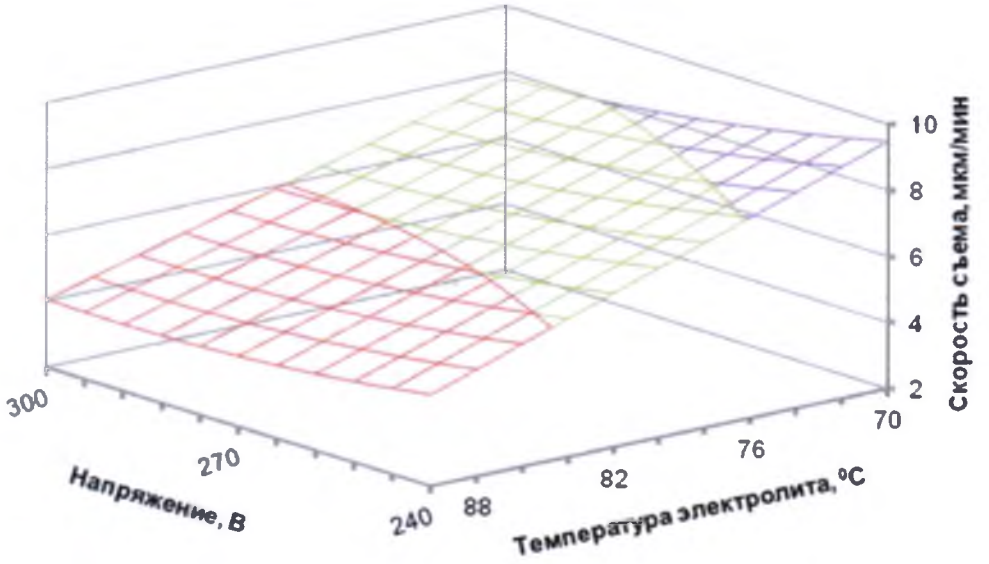

Рис. 1. Зависимость скорости съема от рабочего напряжения и температуры электролита при глубине погружения 125 мм