

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОЛОСТИ ТОНКОСТЕННОЙ ДЕТАЛИ ИЗ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА

Швалева Н.А., Фадеев А.А.

*Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск*

Ключевые слова: электрохимическое формообразование, точность, тонкостенная деталь, катод.

Аннотация. Методы электрохимического формообразования нашли широкое применение в современном машиностроении, в том числе для обработки тонкостенных деталей. Проведено теоретическое исследование точности электрохимического формообразования полости тонкостенной детали из алюминиевого сплава. Результаты исследования характеризуют отклонение от перпендикулярности боковой поверхности полости тонкостенной детали, что определяет точность процесса электрохимического формообразования.

THEORETICAL STUDY OF THE ACCURACY OF ELECTROCHEMICAL MACHINING OF THE CAVITY OF A THIN-WALLED ALUMINUM ALLOY PART

Shvaleva N.A., Fadeev A.A.

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

Keywords: electrochemical forming, accuracy of forming, thin-walled parts, cathode.

Abstract. Electrochemical machining methods have found wide application in modern mechanical engineering, including for processing thin-walled parts. A theoretical study of the accuracy of electrochemical machining of the cavity of a thin-walled aluminum alloy part was carried out. The results of the study characterize the deviation from perpendicularity of the lateral surface of the cavity of a thin-walled part, which determines the accuracy of the electrochemical machining process.

Методы электрохимического формообразования нашли широкое применение в современном машиностроении. Одним из прогрессивных направлений применения электрохимических методов являются формообразующие, а также отделочные операции изготовления деталей.

Электрохимическое формообразование (ЭХФ) это метод изготовления деталей из металлов и сплавов с заданными размерами, формой и качеством поверхности, когда металл с заданных мест удаляется путем локального электрохимического растворения [1-3].

При ЭХФ заготовка (анод) и электрод-инструмент (катод) разделены межэлектродным зазором (МЭЗ), заполненным раствором электролита, что обеспечивает отсутствие механического контакта инструмента с заготовкой. Однако, в тоже время, отсутствие контакта инструмента с заготовкой является существенным недостатком электрохимического формообразования. Это объясняет низкую точность обработки. Кроме этого, к отклонению формы получаемой детали от заданной приводит низкая локализация процесса съема материала, которая вызвана растворением материала, как в зоне обработки, так и

на прилегающих к ней участках поверхности детали. Повысить точность обработки можно рядом предупреждающих мер: подбор состава электролита, кинематика движения катода, управление режимами обработки. Кроме того, для повышения точности часто используется локализация процесса электрохимического формообразования путем нанесения диэлектрических покрытий на заготовку [3, 4].

Цель – теоретическое исследование точности электрохимического формообразования полости тонкостенной детали из алюминиевого сплава. В связи с этим, в работе будет представлена схема электрохимического формообразования боковой поверхности полости тонкостенной детали. Будут показаны результаты исследования, которые характеризуют отклонение от перпендикулярности боковой поверхности полости тонкостенной детали, что определяет точность процесса.

Боковой зазор у кромки обрабатываемой полости тонкостенной детали определен с помощью метода локально-одномерного приближения, который предполагает расчет значений межэлектродного зазора в каждой произвольной точке электродной поверхности без учета влияния соседних точек.

Преобразовано уравнение, которое определяет величину бокового зазора у кромки обрабатываемой полости с учетом характеристики режима ЭХФ и обрабатываемого материала на основе дифференциального уравнения, характеризующее закономерность изменения МЭЗ в электрохимической ячейке при ЭХФ с подачей электрода-инструмента к заготовке [5]:

$$a_1 = a_{yb} \cdot \sqrt{1,21 + 2 \cdot \frac{(\eta \cdot K_v \cdot U_{\text{Э}} \cdot \chi) \cdot h}{\rho m \cdot V_a}},$$

где a_{yb} – установившийся боковой зазор, η – коэффициент выхода металла по току, K_v – объемный электрохимический эквивалент, $U_{\text{Э}}$ – напряжение на электродах, χ – удельная электропроводность, ρm – плотность материала заготовки, V_a – скорость съема материала, h – высота стенки полости тонкостенной детали.

Величина бокового зазора a_1 у кромки обрабатываемой полости характеризует отклонение от перпендикулярности стенки и равно 0,01 мм.

Схема ЭХФ боковой поверхности полости тонкостенной детали трубчатым катодом представлена на рисунке 1.

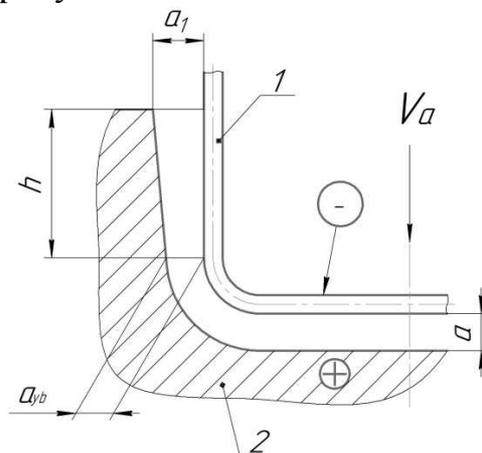


Рис. 1. Схема ЭХФ боковой поверхности полости тонкостенной детали:
1 – катод; 2 – тонкостенная деталь

В ходе исследования получены результаты по определению бокового зазора у кромки обрабатываемой полости тонкостенной детали, что дает возможность теоретически определить точность формы получаемой поверхности.

Список литературы

1. Давыдов А.Д., Волгин В.М., Любимов В.В. Электрохимическая размерная обработка металлов: процесс формообразования // Электрохимия. – 2004. – Т. 40, № 12. – С. 1438-1480.
2. Электрофизические и электрохимические методы обработки в машиностроении: учебник / под ред. М.М. Радкевича, В.И. Никифорова. – Москва; Вологда: Инфа-Инженерия, 2022. – 532 с.
3. Швалева Н.А., Фадеев А.А., Шестаков И.Я. Моделирование электрического поля при электрохимическом формообразовании полости тонкостенной детали // iPolytech Journal. – 2024. – Т. 28, № 1. – С. 64-71. – DOI: 10.21285/1814-3520-2024-1-64-71.
4. Силкина С.А., Аксенова Е.Н., Ликризона Е.А., Петренко В.И., Дикусара А.И. Локализация анодного растворения жаропрочных хромоникелевых сплавов в условиях импульсной электрохимической размерной обработки // Электронная обработка материалов. – 2019. – № 2. – С. 1-9. – DOI: 10.5281/zenodo.2629536.
5. Каримов А.Х., Клоков В.В., Филатов Е.И. Методы расчета электрохимического формообразования. – Казань: Изд-во Казанского университета, 1990. – 291 с.

Сведения об авторах:

Швалева Наталья Александровна – аспирант;

Фадеев Александр Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Технология машиностроения».