

О.Ю. Шитик, В.И. Осипенко, Д.О. Ступак

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ СМЕЩЕНИЯ ПРОВОЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОДА-ИНСТРУМЕНТА В ПРОЦЕССЕ КОНУСНОЙ ЧЕТЫРЕХКООРДИНАТНОЙ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ

*Черкасский государственный технологический университет,
бул. Шевченка, 460, г. Черкассы, 18006, Украина*

Вступление

На современном этапе развития технологий отрасль электроэрозионного проволочного вырезания занимает все новые и новые лидирующие позиции в области прецизионной обработки твердых токопроводящих материалов.

Диапазон требований к точности изготовления деталей находится в жестких границах, от 10 до 2 мкм. При таких условиях существенное влияние на конечную точность процесса вырезания имеет такой специфический инструмент, как проволочный электрод, особенно при изготовлении сложных конических поверхностей.

Проблема заключается в сложности точного формообразования конической поверхности детали при движении приводов подач по спроектированной траектории в результате смещений проволочного электрода-инструмента (ПЭИ) и от рассчитанного положения в процессе формирования заданного угла наклона [1,2].

Как правило, для решения данной проблемы мировые лидеры (AGIE, Sodick, Mitsubishi и другие) используют сложные многоосевые системы датчиков, которые в режиме реального времени регистрируют любые отклонения проволоки и передают полученные данные к базе системы числового программного управления станка (ЧПУ), что дает возможность определять как угол наклона проволоки, так и смещение режущего участка проволоки относительно своего заданного положения [3, 4]. Таким способом удается корректировать траекторию движения приводов подач станка и соответственно обеспечить точность геометрии конечного изделия.

Однако с учетом высокой стоимости данных систем контроля как модернизация и улучшение технических характеристик электроэрозионных вырезных станков (ЭЭВС) бывших стран СНГ, так и разработка отечественных ЭЭВС возможны лишь при условии разработки и создания недорогих, но вместе с тем максимально простых и эффективных методик определения реального положения ПЭИ.

Теоретический анализ

На рис.1 показана схема обработки детали с целью получения фигуры конической формы.

При формировании заданного угла наклона проволоки в результате наличия собственной жесткости электрода-инструмента возникает искривление оси проволоки, которая в общем случае принимает волнообразную форму. Данное искривление провоцирует возникновение величины смещения $\Delta\gamma$ в каждой точке касания проволочного электрода-инструмента и обрабатываемой заготовки.

Суть поставленной задачи заключается в определении величины смещения точек рабочей части ПЭИ от рассчитанного положения. При этом для решения задачи необходимо и достаточно найти лишь две величины $\Delta\gamma$: $\Delta\gamma_{\text{в}}$ – отклонение в верхней плоскости детали и отклонение $\Delta\gamma_{\text{н}}$ в нижней плоскости детали, а также соответствующую им погрешность $\Delta\alpha$ (рис. 2).

Определив величины $\Delta\gamma_{\text{в}}$ и $\Delta\gamma_{\text{н}}$, несложно найти погрешность заданного угла наклона ПЭИ: в результате изменения угла наклона и смещения режущего участка проволоки возникают существенные погрешности геометрии полученной детали.

При таких условиях для улучшения технико-экономических показателей электроэрозионного станка и решения поставленных промышленностью задач необходимы разработка и внедрение специальных методик, которые бы позволили, с одной стороны, обеспечить точность обработки с учетом отклонений ПЭИ от номинального положения, а с другой - удешевить общий производственный процесс.

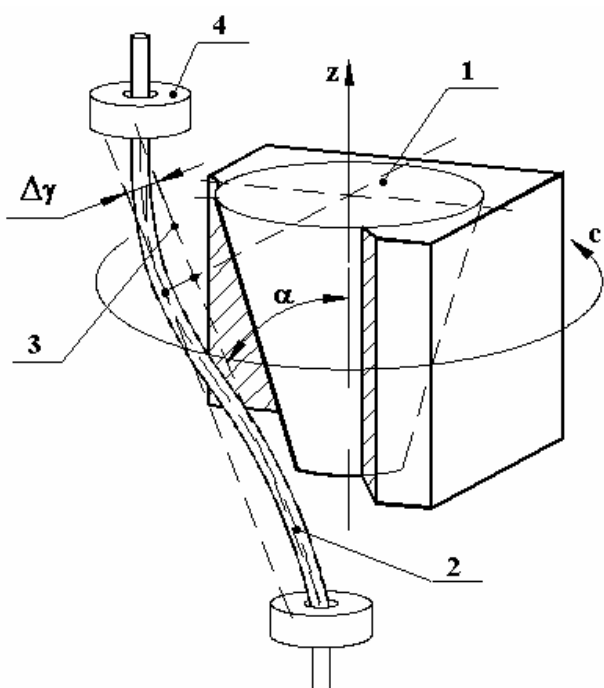


Рис. 1. Схема обработки конических поверхностей на четырехкоординатном электроэрозионном станке: 1 – обрабатываемая заготовка; 2 – проволочный электрод-инструмент; 3 – теоретическое положение оси ПЭИ; 4 – система направления ПЭИ; α – заданный угол наклона оси ПЭИ относительно поверхности детали; $\Delta\gamma$ – величина смещения ПЭИ от начального положения в точке касания с деталью; c – направление движения электрода-проволоки вокруг оси z

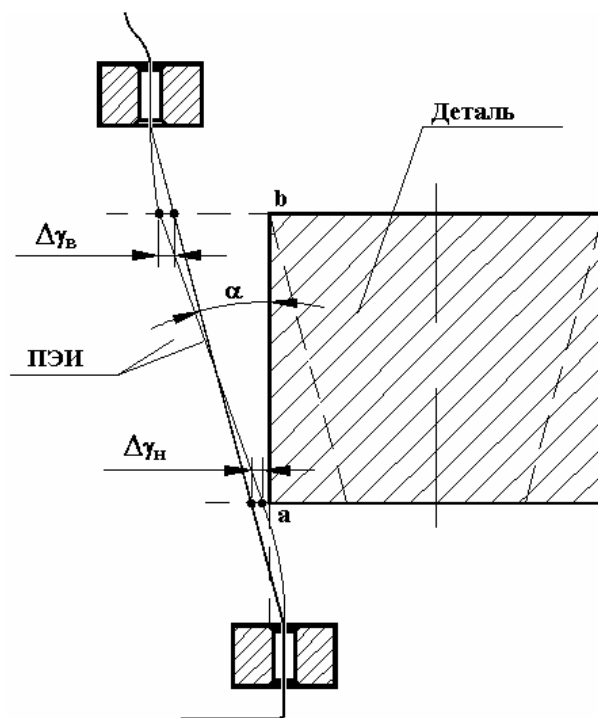


Рис. 2. Схема смещения начального положения ПЭИ в крайних точках касания электрода и детали: $\Delta\gamma_b$ – величина отклонения в крайней верхней точке касания; $\Delta\gamma_n$ – величина отклонения в крайней нижней точке касания

Методика измерений

На фирме "Арамис" (г. Черкассы) на базе принципиально нового четырехкоординатного электроэрозионного вырезного станка СЭЛД-04 на линейных приводах была впервые проведена серия экспериментальных измерений с целью определения точного положения проволочного электрода-инструмента относительно детали при конусном резе заготовки.

Универсальность данного метода заключается в использовании специально разработанного приспособления, которое имитирует обрабатываемую заготовку. Характерная особенность приспособления заключается в возможности задавать произвольное положение как базовых плоскостей обработки, так и углов наклона проволоки.

Непосредственно перед проведением каждого эксперимента выполнялись все необходимые замеры по базированию приспособления относительно приводов подачи станка (рис. 3).

На первом этапе определялись величины l_1 , l_2 , и L (рис. 4).

Привода подачи станка посредством ЧПУ позиционировались таким образом, чтобы передняя (режущая) кромка ПЭИ в точке нижней фиксации провода в направляющей x_0 четко совпадала с осью ab жестко закрепленного приспособления. Точка фиксации ПЭИ в верхней направляющей позиционировалась от оси ab на определенное системой ЧПУ расстояние H к образованию величины заданного угла α . Таким образом, зная все необходимые расстояния и размеры, можно устанавливать следующие равенства:

$$H = L \times \operatorname{tg} \alpha, \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{L} = \frac{H_1 - h_1}{l}, \quad (2)$$

$$H_1 = (l_1 + l) \times \operatorname{tg} \alpha, \quad (3)$$

$$h_1 = l_1 \times \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

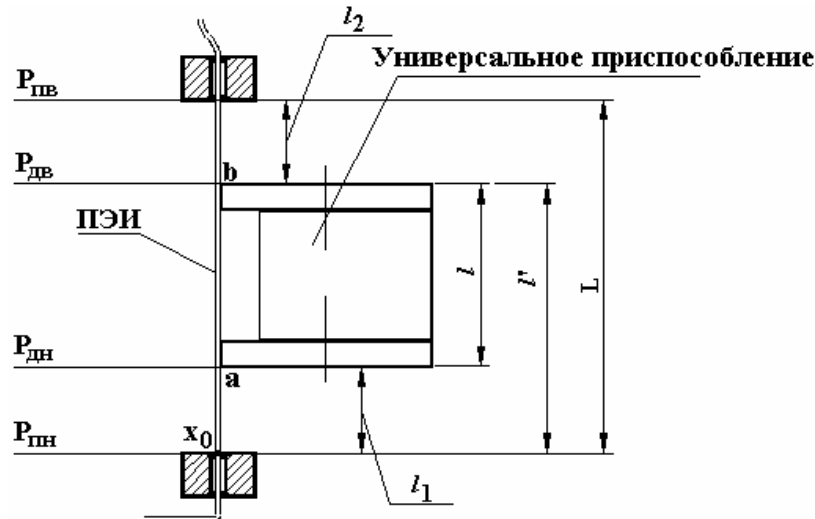


Рис. 3. Пример схемы базирования универсального приспособления на четырехкоординатном электроэрозионном вырезном станке СЭЛД-04: $P_{ПВ}$ – верхняя плоскость движения привода; $P_{ДВ}$ – верхняя плоскость приспособления; $P_{ДН}$ – нижняя плоскость приспособления; $P_{ПН}$ – нижняя плоскость движения привода; l_1 – расстояние между нижней плоскостью приспособления и нижней плоскостью движения привода; l_2 – расстояние между верхней плоскостью движения привода и верхней плоскостью приспособления; l – высота приспособления; L – расстояние между верхней и нижней плоскостями движения привода

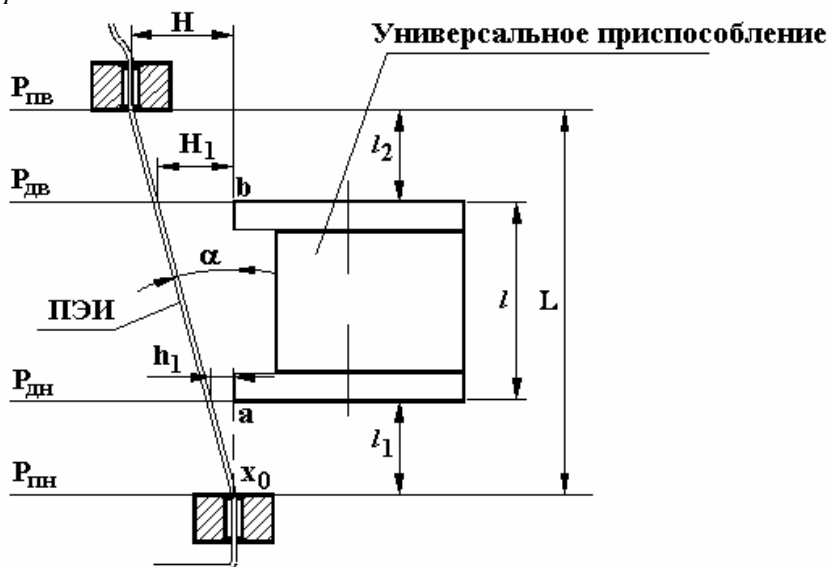


Рис. 4. Схема для расчетного определения положения ПЭИ при формировании угла наклона

На следующем этапе привод подачи станка перемещал нижние направляющие в точку касания ПЭИ с нижним торцом приспособления (рис. 5). Все координаты перемещения приводов подачи фиксировались системой ЧПУ станка.

В этом случае

$$h_{1Д} = x_1 - x_0. \quad (5)$$

Симметрично переместив верхние направляющие на величину $-H$ и нижние направляющие в точку касания привода с верхней плоскостью приспособления, определили величину $H_{1Д}$ (рис.6):

$$H_{1Д} = x_0 - x_2, \quad (6)$$

отсюда

$$\operatorname{tg} \alpha_{Д} = \frac{H_{1Д} - h_{Д}}{l}. \quad (7)$$

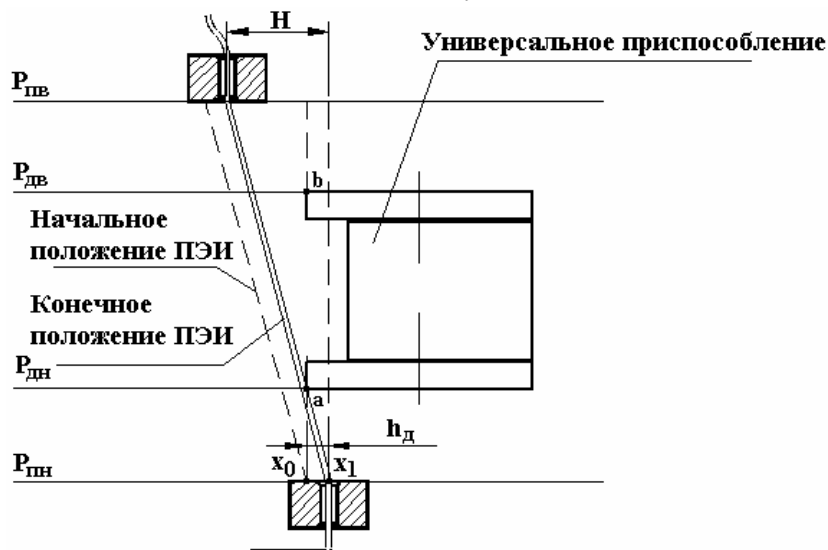


Рис. 5. Схема определения действительной величины смещения ПЗИ $h_{Д}$:
 x_1 – полученное фиксированное положение режущей кромки ПЗИ в нижней направляющей

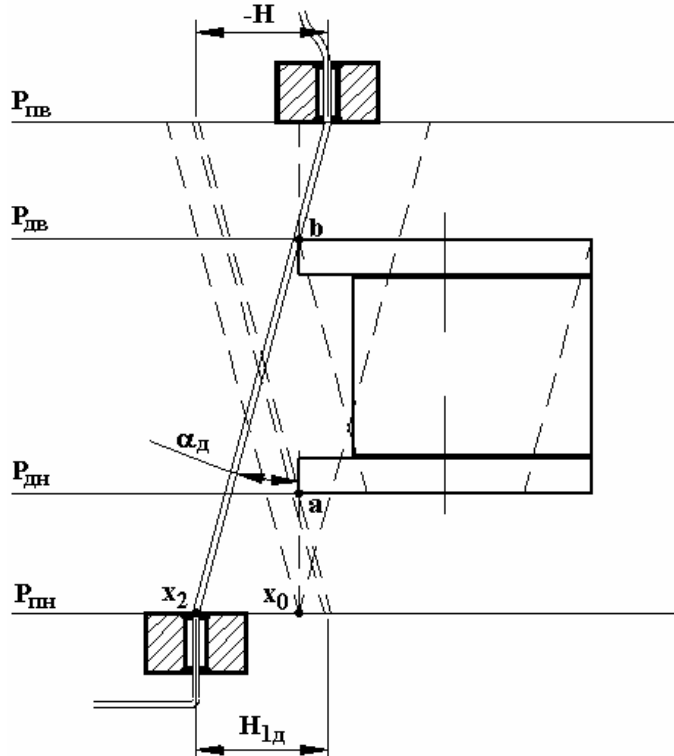


Рис. 6. Схема определения действительной величины смещения ПЗИ $H_{1Д}$

Получив величины $h_{1Д}$, $H_{1Д}$, α , оцениваем отклонение реального положения ПЗИ от расчетного (рис. 7):

$$\Delta \gamma_{н} = h_1 - h_{Д}, \quad (8)$$

$$\Delta \gamma_{в} = H_1 - H_{1Д}, \quad (9)$$

$$\Delta \alpha = \alpha - \alpha_{Д}. \quad (10)$$

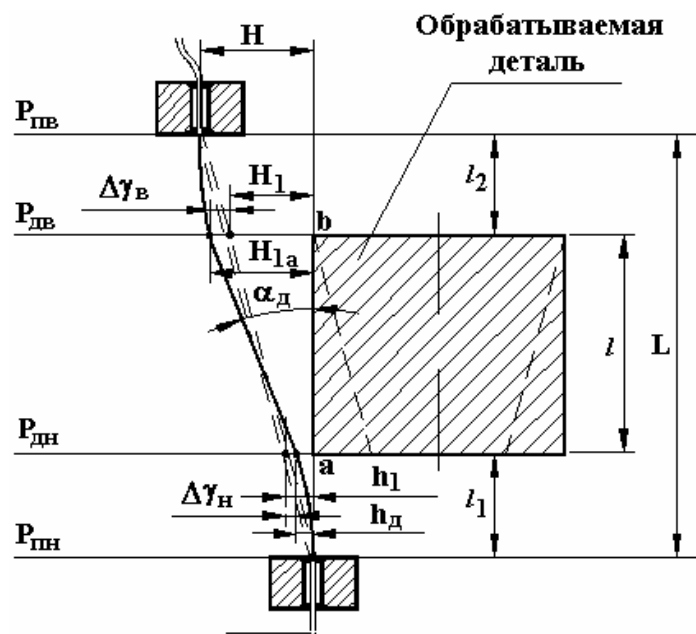


Рис. 7. Расчетное и реальное положения ПЭИ при формировании заданного угла наклона обработки

Получив реальные значения $\Delta\gamma_{\text{в}}$, $\Delta\gamma_{\text{н}}$ и $\Delta\alpha$ путем 2–4 целенаправленных итераций, подбираем новую величину H , при которой $\alpha = \alpha_{\text{д}}$ а $\Delta\gamma_{\text{в}} = \Delta\gamma_{\text{н}}$ с погрешностью точности позиционирования приводов станка. При таком условии на этапе проектирования технологического процесса несложно сформировать траекторию движения приводов подач, которая компенсирует влияние смещения привода и точность формирования конических поверхностей.

Выводы

1. Разработанная экспериментальная методика позволяет с точностью позиционирования приводов подач конкретного типа четырехкоординатного ЭЭВС определять и корректировать положение ПЭИ относительно заготовок при формообразовании конических поверхностей, а также получать точность четырехкоординатной обработки на уровне двухкоординатной для избранного типа станка, без применения системы контроля положения ПЭИ.

2. Благодаря своей простоте и универсальности определение положения ПЭИ при разработке и установке соответствующего программного обеспечения может выполняться в автоматическом режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Patent № СН 681702 А5, В23Н, Schneiddrahtfunkenerosionsmaschine. Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha, Chiyoda-ku/ Tokyo (JP), 1993.
2. Patent № СН 655884 А5, В23Н, Machine a teles orientables pour decoupage par electroerosion. Charmilles Technologies S.A. Geneve, 1986.
3. De Bruyr H.E., Pekelharing A.J. Comparison of Various erosion systems with rectangular and trapezoidal Pulse forms // Annals of the CTRP. 1994. Vol. 29. № 1. P. 103–106.
4. Jeswani M.L. Dimensional analysis of tool wear on electrical discharge machining // Wear. 1979. 55. № 1. P. 153–161.

Поступила 20.12.06

Summary

The problems of receiving the exact conical surface of detail as a result of displacements the wire electrode-instrument (WIRE) in the process of treatment from the set position are explore in the given article. The method of determination and correlation the real position of cutting wire area electrode is developed for forming of necessary slope angle and receipt of exact conical surfaces.