

**К.т.н. Бунь В.П., Онишко Я.С.**

*Національний технічний університет України*

*«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Україна*

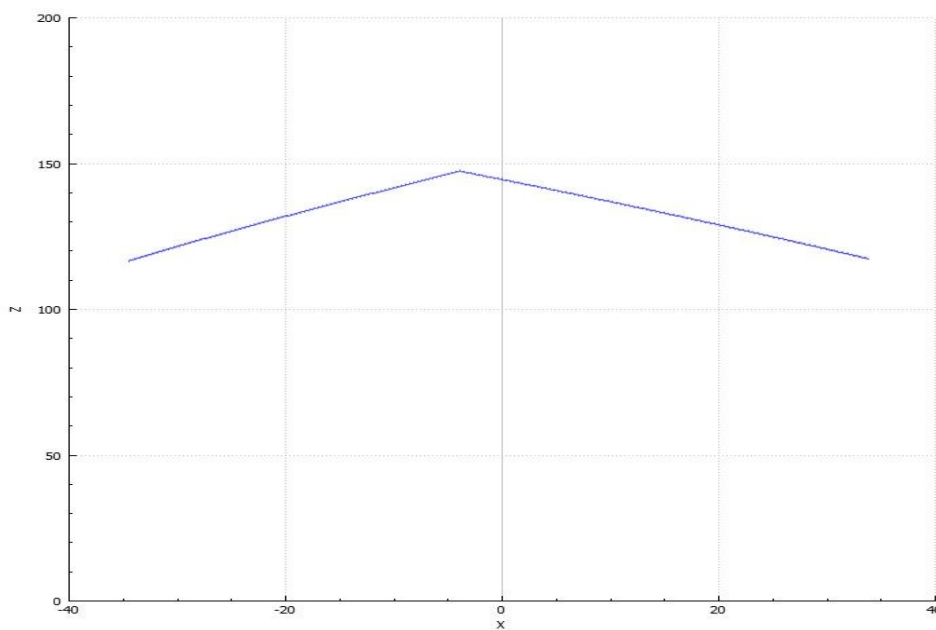
## **ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНО-НАПЛАВОЧНИМ КОМПЛЕКСОМ МЕТОДАМИ ТЕОРІЇ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ**

У сучасному автоматизованому виробництві широко застосовуються зварювально-наплавочні роботизовані комплекси. Як правило конструкція та програмне забезпечення комплексу дозволять здійснювати швидке переналаджування обладнання під різні конфігурації виробів. Проте через неоднорідність заготовок та можливих їх нерівномірних встановлень в оснащення, програми виконання, які написані заздалегідь, можуть перемістити інструмент в такі координати, які вже не будуть відповідати реальному положенню заготовки.

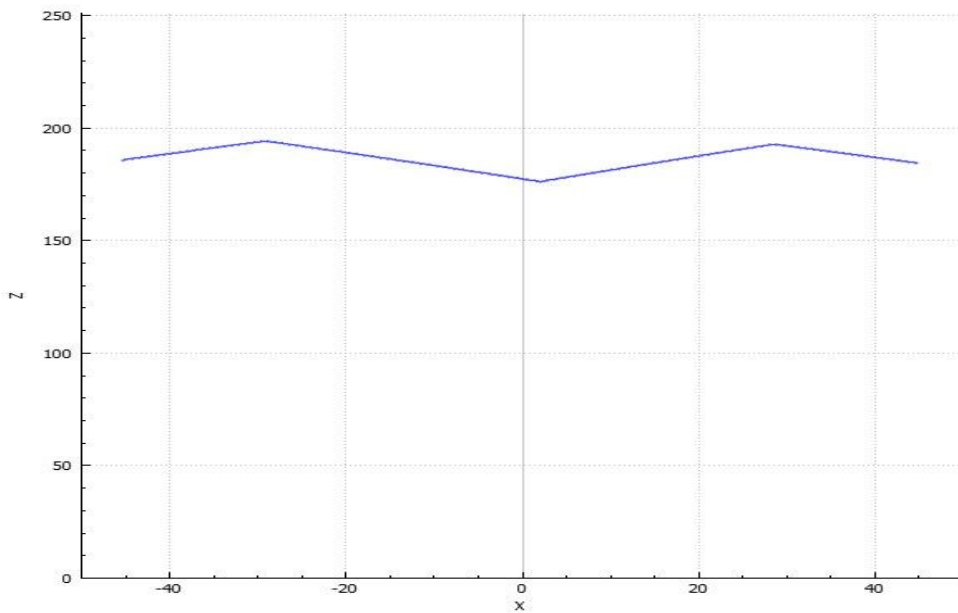
У зв'язку з чим, для підвищення якості функціонування системи керування комплексом було вирішено розробити інтелектуальну систему корекції траєкторії. Цей пристрій базується на лазерному датчику, в основу якого покладено принцип триангуляційного вимірювання. Спочатку, на отриманому з матриці зображенні, необхідно виділити лінію лазера. Для цього робиться спеціальні налаштування драйвера самої матриці, в результаті яких одразу надходить чорно-біле зображення, де біле – це лінія шуканого профіля. Проте зображення містить інтерференційні завади і щоб їх позбутися до зображення з модуля застосовується пороговий фільтр. Тобто, згідно адитивній колірній моделі RGB, існує 8-бітна шкала сірого, в якій 0 – це чорний, а 255 – білий, потрібно залишити тільки частину білого діапазону. В ході дослідів було обрано значення, яке дорівнює половині кількості кольорів – з 128 по 255. Далі використовується метод центру ваги. Його суть полягає у тому, що зображення

розбивається на стовпчики шириною в 1 піксель, який визначає координату за віссю  $X$ , а координата за віссю  $Z$  визначається як середина найяскравішого відрізка у цьому рядку. Отримана лінія профіля апроксимується алгоритмом Рамера-Дугласа-Пекара, після якого за калібровочною таблицею відбувається перехід до реальних координат у просторі.

Наступним етапом є обробка отриманих даних методами теорії розпізнавання образів [1]. А саме, знаходиться загальний вид профілю поверхонь обробки за принципом спільності властивостей. Тобто ломані, які визначають певний тип стику металів, мають певні загальні ознаки: кількість точок вигинів лінії, віддаленість цих точок відносно одна іншої. Наприклад, на рисунку 1 графічно представлений масив точок, отриманий після завершення першого етапу обробки зображення, де вісь абсцис – це зміщення точки відносно центру сканера, а вісь ординат – відстань від центру сканера до точки, яка підсвічена лазером. З отриманих графіків видно характерні лінії профілю, вони можуть бути "V" – подібні (рис.1-а) чи "W" – подібні (рис.1-б) та інші. Для "V" – подібної ломаної, кількість характерних точок – три. Відкинувши точки початку та кінця, отримуємо точку вигину, вона віддалена на найбільшу відстань. Ці дані характеризують "V" - подібний вид профілю, а центральна точка має координати згідно яких повинен рухатись маніпулятор.



а)



б)

Рис.1. Приклад типових ліній профілю (а – "V"-подібна, б - "W"-подібна)

Далі застосовується діагностика по кутовій відстані, алгоритм якої залежить від виду профіля визначеного на попередньому кроці. Суть цього методу полягає у тому, що визначається відхилення знайденого від еталонного (заданого) профілю (рис. 2), яке характеризується кутом між прямими, побудованими на характерних точках.

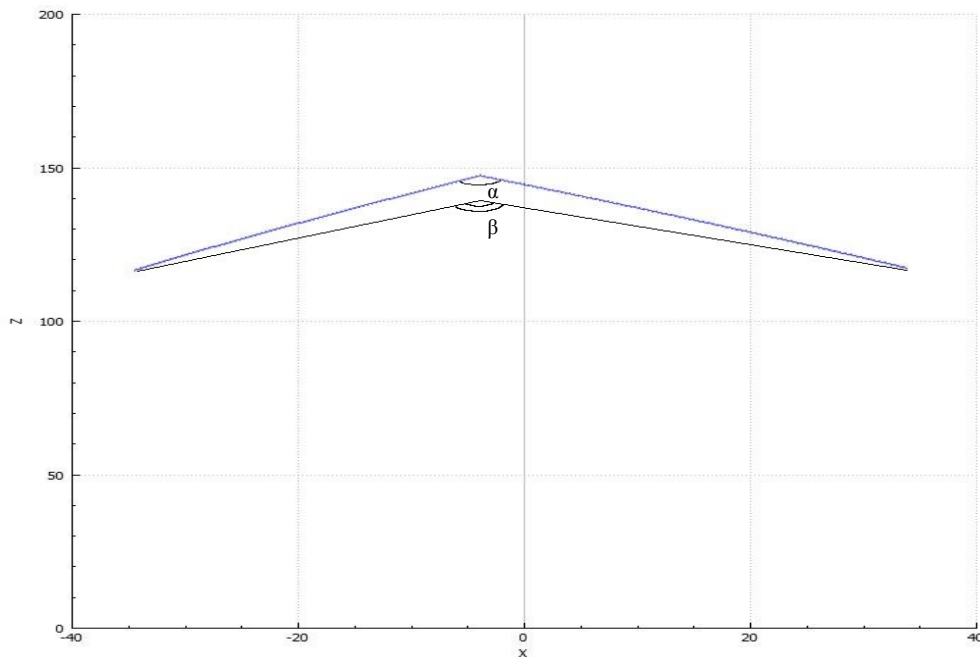


Рис.2. Діагностика кутової відстані

Косинус кута розраховується так як і в звичайному евклідовому просторі. Тобто, якщо прямі задані загальними рівняннями  $A_1x + B_1y + C_1 = 0$  та  $A_2x +$

$$B_2y + C_2 = 0, \text{ то кут } \alpha(\beta) \text{ розраховується за формулою: } \cos \alpha = \frac{A_1A_2+B_1B_2}{\sqrt{A_1^2+B_1^2}\sqrt{A_2^2+B_2^2}}.$$

Визначення цього відхилення дає змогу задати коректний кут положення маніпулятора, яке забезпечить оптимальний процес обробки заготовки.

Таким чином алгоритм дозволяє швидко перейти до характерних точок та зробити висновки щодо форми лінії профілю об'єкта. Вона повинна відповідати обраній програмі роботи комплексу. Якщо всі попередні етапи вірні, відбувається коректування відповідних координат точок програми, які обраховуються за триангуляційним співвідношенням.

Використання такої системи корекції траєкторії дозволяє знизити вимоги до заготовок, які необхідно обробити (допустима точність виготовлення може бути меншою), та до їх розташування в оснащенні. Також покращити точність роботи, виконаної комплексом, без втрати швидкості, та забезпечити стабільну відтворюємість отриманого результату при потоковому виробництві.

Перелік посилань:

1. Фомин Я.А. Распознавание образов. Теория и применения / Я.А.

Фомин. - М.:Фазис, 2014. – 460 с.