

УДК 658.012.011.56:[658.512](#)

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ КАЛІБРУВАННЯ ТРУБ

Квітко О.І., Белецький О.В., Зеленьова І.Я.
Донецький національний технічний університет
Кафедра комп'ютерної інженерії
E-mail: spider1581@gmail.com

Анотація

Квітко О.І., Белецький О.В., Зеленьова І.Я. Автоматизована система керування технологічним процесом калібрування труб. Виявлені основні проблеми існуючої системи калібрування. Запропонований метод для вирішення наявних проблем. Запропонован принцип роботи блоку визначення геометричних параметрів заготовки, та розроблено алгоритм для програмного забезпечення.

Загальна постановка проблеми

Технологічний процес підприємства ПАО «ХТЗ» складається з певної множини етапів, починаючи з завантаження листів металу зі складу на лінію та закінчуючи маркуванням готової продукції. Одним із завершальних етапів виробництва є калібрування (надання трубній заготовці необхідної форми). Основним елементом ділянки калібрування є гідромеханічний експандер.[1]

Існуюча система калібрування не є досконалою завдяки відсутності даних про геометричні параметри труби. Заміри периметра труби (на торцях і посередині) робляться вручну, що значно затримує протікання технологічного процесу. Калібрувальник має постійно підлаштовувати вручну параметри калібрування, розраховувати і задавати крок руху візка, ступінь розжимання призми на кожній ділянці калібрування. [3]

Основні проблеми, що виникають при експлуатації поточної системи калібрування:

- необхідність постійного ручного підлаштування параметрів роботи експандера;
- неможливість виконати контролювати результатів калібрування без проведення вимірів;
- стабільність якості калібрування залежить від досвіду калібрувальника;
- ризик псування труби або обладнання внаслідок помилки калібрувальника.

Вирішення цих проблем і є метою реконструкції АСУ ТП.

Огляд існуючих рішень

Існуючі задачі автоматичного управління вирішуються за допомогою застосування сучасних засобів автоматизації, таких як промислові контролери, частотні перетворювачі, засоби збору, введення-виведення і обробки даних, розподілена периферія.[2]

Основним критерієм досягнення цілей створення системи є зниження часу обробки заготовки, підвищення якості обробки, розширення інформації про поточний стан технологічного процесу та зменшення кількості обслуговуючого персоналу.

Для здійснення автоматизованого збору інформації про поточні геометричні параметри труби передбачається встановлення блоку сканування. Дані про відхилення параметрів труби повинні оброблятися програмними засобами, після чого необхідно згенерувати алгоритм роботи функціональних блоків ділянки експандера.

Для зняття даних про геометричні параметри труби необхідно здійснювати управління поворотними роликми так, щоб поворот заготовки вздовж поздовжньої вісі відбувався без ривків і з постійною швидкістю.

Гідромеханічний експандер після автоматизації повинен забезпечувати калібрування труби до заданого діаметра, забезпечуючи при цьому необхідні овальність і прямолінійність труби по всій її довжині.

Автоматизація роботи експандера потребує забезпечити наявність необхідних для роботи даних-таких, як дані про розташування шва щодо проточки башмака калібруючої головки, про геометричні параметри труби. На підставі цих даних необхідно розробити алгоритм автоматичного калібрування. [3]

Виходячи з того, що система визначення геометричних параметрів повинна нести максимально достовірну інформацію про геометричні параметри труби, а також неможливість повного повороту труби на поворотних валках без зниження точності отриманих даних, пропонується використовувати блок з чотирьох лазерних далекомірів, і розташувати їх так, як представлено на рисунку 3.

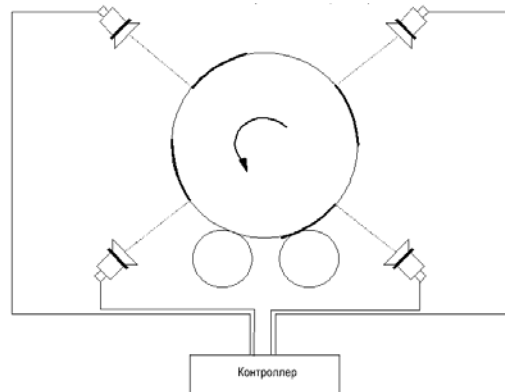


Рисунок 1- Система визначення овальності труби

Визначення геометричних параметрів труби пропонується розділити на кілька етапів. Коли труба надходить для калібрування, потрібно зробити оцінку овальності однієї з торцевих ділянок. Це можна зробити наступним чином: труба повертається на певний кут, і в цей час проводяться виміри. Поворот труби необхідний для того, щоб визначити, в який бік змінюється діаметр при повороті. [2]

Розробка програмного забезпечення автоматизованої системи керування технологічним процесом калібрування труб

Для програмного забезпечення в якості вхідних даних використовуються показання чотирьох оптичних далекомірів, що під'єднані до аналогових входів станції розподіленого вводу-виводу. Показання знімаються через рівні проміжки часу, таким чином при їх записі у пам'ять контролеру утворюють чотири масиви. Для більш точного визначення ступеня деформації кожен масив буде розділений на дві частини, і проведена параболічна екстраполяція. Після цього отримані дані порівнюються з номінальним значенням діаметра труби, і обчислити середньоквадратичне відхилення (СКВ), яке буде характеризувати деформацію заготовки на поточному ділянці. Наступні вимірювання проводяться через 3 метри, після того, як буде виконано два цикли калібрування. Таким чином визначається деформація, пов'язана з калібруванням попередніх ділянок. [3]

Через три крайні точки, отримані в результаті вимірів, будується парабола. Після цього вираховуються коефіцієнти параболи і задається значення аргументу, що мінімально віддалений від попереднього, та розраховується значення функції, що йому відповідає. Математично ми припускаємо, що наступне значення належить параболі як і три попередні.

Пошук коефіцієнтів параболи зводиться до пошуку кореней системи рівнянь:

$$\begin{cases} a \cdot x_1^2 + b \cdot x_1 + c = y_1; \\ a \cdot x_2^2 + b \cdot x_2 + c = y_2; \\ a \cdot x_3^2 + b \cdot x_3 + c = y_3. \end{cases} \quad (1.1)$$

де y_1, y_2, y_3 - відомі значення (показання далекоміра);

x_1, x_2, x_3 - значення аргументів, в якості яких береться порядковий номер вимірювання, що бере участь у розрахунку.

З системи (1.1) визначається коефіцієнти, які підставляються у рівняння

$$a \cdot x_4^2 + b \cdot x_4 + c = y_4, \quad (1.2)$$

де $x_4 = x_3 + 1$.

Таким чином система рівнянь (1.1) є лінійною відносно невідомих a, b та c , і може бути розв'язана з допомогою лінійного методу для розв'язання системи рівнянь, а саме – методу Крамера:

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1^2 & x_1 & 1 \\ x_2^2 & x_2 & 1 \\ x_3^2 & x_3 & 1 \end{vmatrix}, \quad (1.3)$$

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} y_1 & x_1 & 1 \\ y_2 & x_2 & 1 \\ y_3 & x_3 & 1 \end{vmatrix}; \quad (1.4)$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} x_1^2 & y_1 & 1 \\ x_2^2 & y_2 & 1 \\ x_3^2 & y_3 & 1 \end{vmatrix}; \quad (1.5)$$

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} x_1^2 & x_1 & y_1 \\ x_2^2 & x_2 & y_2 \\ x_3^2 & x_3 & y_3 \end{vmatrix}; \quad (1.6)$$

$$\begin{cases} a = \frac{\Delta_1}{\Delta}; \\ b = \frac{\Delta_2}{\Delta}; \\ c = \frac{\Delta_3}{\Delta}. \end{cases} \quad (1.7)$$

Після цього, знаючи коефіцієнти параболи, можна розрахувати значення функції на наступному кроці:

$$y_4 = a \cdot x_4^2 + b \cdot x_4 + c, \quad (1.8)$$

де $x_4 = x_3 + 1$.

Спираючись на алгоритм, який наведено вище, було розроблено програмне забезпечення для необхідних розрахунків. Загальний алгоритм підпрограми для розрахунків наведений на рисунку 2.

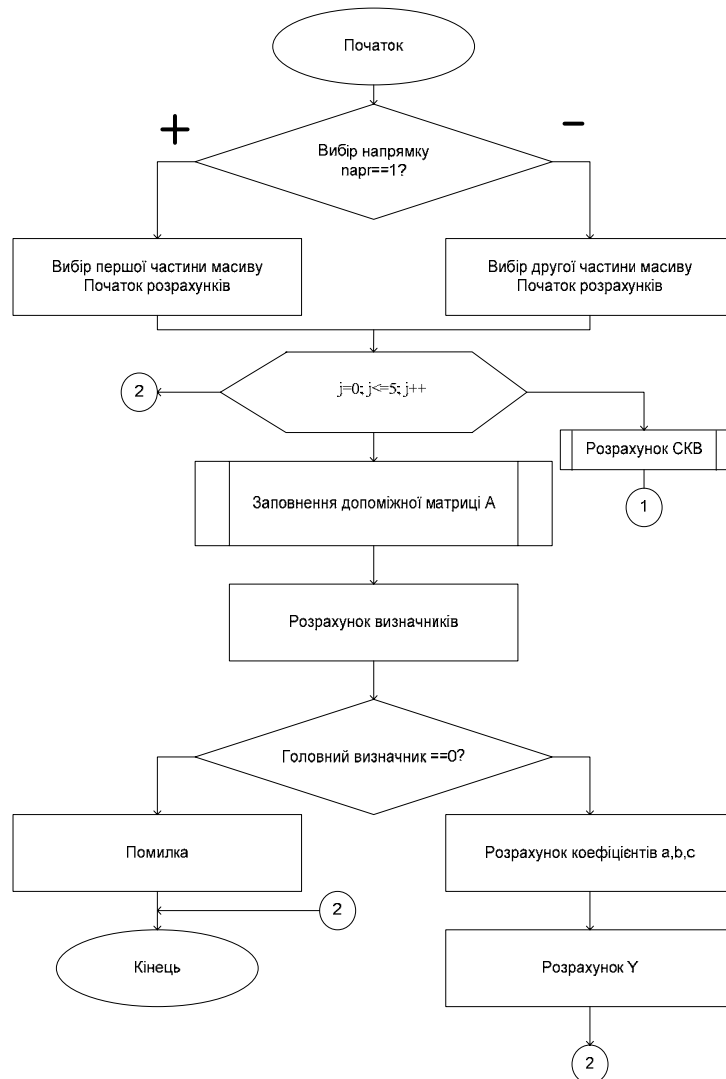


Рисунок 2- Загальний алгоритм визначення геометричних параметрів для калібрування

Таким чином, спираючись на попередні значення можливо розрахувати значення, що не були виміряні.

По завершенні процесу калібрування проводяться контрольні заміри кінцевих ділянок труби, і в разі відхилення від необхідного значення діаметра більш, ніж на 1%, проводиться повторний цикл калібрування кінцевих ділянок.[3]

Висновки

Проаналізована існуюча система калібрування труб, яка використовується зараз на ПАТ «ХТЗ». В ході дослідження визначився ряд проблем і недоліків, які можуть вплинути на виробництво високоякісної продукції. Головною проблемою є наявність людського фактору. Запропоновано метод по усуненню даної проблеми, який найбільш задовольняє вимогам, а також розроблено відповідне програмне забезпечення для розрахунку необхідних вимірів.

Список літератури

1. “Час та труби” видавничай центр “Фоліо”, Донецьк 1998
2. Федоров Ю.Н. “Довідник інженера по АСУ ТП. Проектування і розробка”, видавництво Інфра-Інженерія, 2008р.
3. Інформація про технологічні процеси: “Технічний каталог трубного заводу”