

**УДК 681.518**

**Георгій Кулінченко к.т.н., доцент, Євген Мозок, Євген Павленко студент  
Сумський державний університет**

### **КЕРУВАННЯ ПОЗИЦІОНУВАННЯМ ПРИСТРОЮ СКАНУВАННЯ**

Проаналізовано завдання керування електроприводом скануючого пристрою. Запропоновано схему оцінки динаміки електроприводу для сканування теплового поля. Ключові слова: позиціонування, кроковий двигун, дискретні відліки, теплове поле.

#### **Georgiy Kulichenko, Evgen Mozok, Evgen Pavlenko CONTROL THE POSITIONING OF THE SCANNING DEVICE**

The problems of controlling the electric drive of the scanning device are analyzed. A scheme for estimating the dynamics of an electric drive for scanning a thermal field is proposed. Key words: positioning, step motor, discrete samples, thermal field

Завдання, які вирішуються при діагностиці устаткування або керуванні технологічними процесами, пов'язаними з контролем параметрів високотемпературних полів, зводяться до локалізації градієнтів температур контрольованого об'єкта. При цьому ефективність діагностики та керування тепловим процесом визначається в першу чергу точністю засобів вимірювання теплового поля, достовірністю і повнотою одержуваної картини поля.

Традиційно моніторинг температурного поля здійснюється апаратно програмними комплексами на основі безпосереднього вимірювання температур за допомогою давачів, що встановлюються у відповідних зонах контролю [1]. Зображення температурного поля формується після циклу точкових вимірювань, по інтерполяційним значенням температур, отриманих в результаті обробки масиву вимірювань. При цьому завдання збільшення швидкості введення та обробки даних вирішуються в основному за рахунок використання мікропроцесорних і програмних засобів з високою продуктивністю.

Експерименти з практичної реалізації методів побудови картини теплового поля по інтерполяційних значень фіксованої кількості давачів температури, встановлених на об'єкті, дозволяють лише умовно локалізувати джерело тепла [2]. Істотне збільшення дискретних точок вимірювання на об'єкті до практично прийнятної кількості призводить лише до зменшення середньоквадратичної помилки відновлення поля. Незважаючи на зменшення помилки, достатню швидкодію і можливість корекції спектральної характеристики поля, елементна база технічних засобів не дозволяє довести такі системи до практичного використання.

Альтернативою контактним вимірам теплового поля виступає використання скануючих систем із застосуванням пірометричних давачів [3]. В результаті обробки масиву даних, отриманих із сканування, на моніторі у вигляді двомірних термограм візуалізується розподіл теплового поля досліджуваного об'єкту.

Для сканування об'єкту вузьким оптичним променем з миттєвим кутовим розміром  $\delta$ , по заданому закону руху застосовуються системи з оптико механічної розгорткою (Рис. 1). Вимірювання миттєвих значень теплового випромінювання здійснюється в межах кута поля зору (від  $\alpha$  до  $\beta$ ) за час  $\tau$ , яке прийнято називати часом кадру.

Завдання періодичних переміщень теплового сканеру вимагає застосування механічного перетворювача руху давача, що певним чином обмежує швидкість сканування, вносить деякі похибки позиціонування, знижуючи точність і достовірність результатів вимірювань.

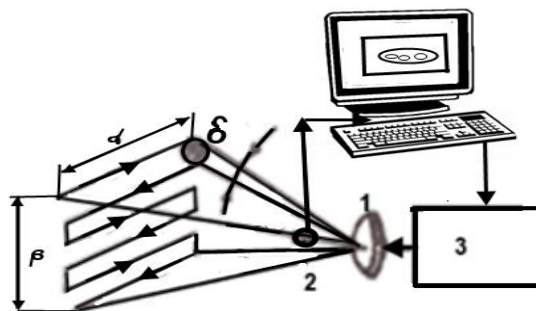


Рис. 1. Сканирующая система

1– оптична система; 2–детектор ІЧ– випромінювання; 3– блок сканування (БС)

Тому при побудові блок сканування до завдань мінімізації часу кадру  $\tau$ , в якому формується масив дискретних відліків теплового поля, додаються завдання щодо забезпечення точності позиціонування детектора ІЧ–випромінювання і «прив'язки» дискретних відліків поля до реальної геометрії об'єкту сканування.

Алгоритм керування позиціонуванням зводиться до формування необхідної тахограми руху по кожній координаті переміщення (розгін, рівномірне переміщення, гальмування). Цим алгоритмом передбачається забезпечення рівномірності переміщення ІЧ - детектора в процесі оцифрування значень поля і зведення до мінімуму часів розгону та гальмування блоку сканування.

Вирішення сформульованих вимог передбачає використання високо динамічного електроприводу, який в змозі забезпечити мінімальний час перехідних процесів при перемиканні напрямків переміщення давача.

Сучасна тенденція при побудові слідкуючих систем електроприводу, які характеризуються підвищеними вимогами до статичної та динамічної точності, полягає у відмові від узгоджувальних редукторів і малонадійних виконавчих двигунів постійного струму. Нею передбачається перехід до безредукторних електроприводів на основі безколекторних двигунів постійного струму або вентильних двигунів, побудованих на основі синхронних електродвигунів і керованих від транзисторних інверторів з використанням сигналів давача кута повороту ротора двигуна.

Конкуруючий напрямок електроприводу систем сканування можна представити застосуванням серводвигунів, які використовуються там, де потрібні прецизійні зміни положення і швидкості руху. Такі двигуни відрізняються наявністю якорів малого діаметра, відповідно, незначним моментом інерції. За рахунок цього вдається домогтися максимального прискорення при розгоні, тобто швидких переміщень. Ці двигуни зазвичай мають систему давачів зворотного зв'язку, що дозволяє збільшити точність руху і реалізувати складні алгоритми переміщень і взаємодії різних систем.

Альтернативою до серводвигунів виступають крокові двигуни (КД), які в точності позиціонування мають аналогічні показники та дешевше серводвигунів. Додатковою перевагою КД є можливість точного відпрацювання його позицій без давачів зворотного зв'язку по положенню та може керуватись досить простими мікропроцесорними засобами.

Відсутність практичних даних по швидкодії детектора ІЧ– випромінювання дозволяє не висувати на передній план жорсткі вимоги по швидкодії електроприводу, враховуючи те, що по динамічним параметрам КД поступається кращім серводвигунам.

Тому на даному етапі досліджень для побудови блоку сканування приймається КД типу 28BYJ-48-5V, схема керування яким зображена на рис. 2.

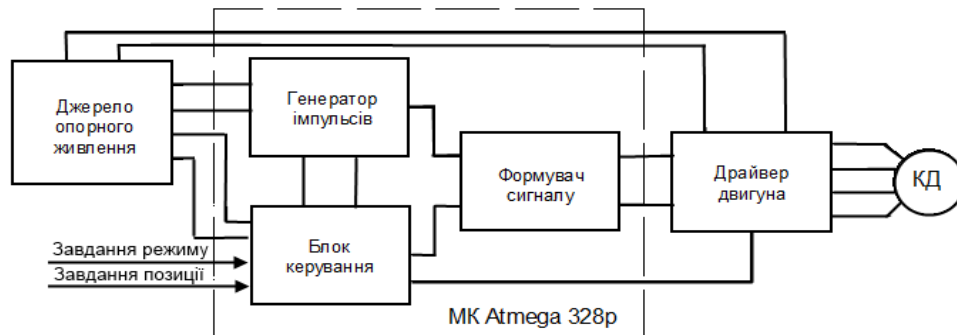


Рис. 2. Схема керування КД

Для оцінки динамічних показників і точності позиціонування БС використовувалась експериментальна установка, схема якої приведена на рис. 3. Переміщення лазерного випромінювача 3, встановленого на валу КД 2, керується схемою керування СККД 1.

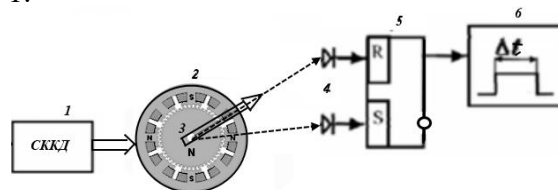


Рис. 3. Схема оцінки параметрів КД

Зміна позиції випромінювача фіксується фотоприймачами 4, зв'язаними через тригер фіксації 5 із запам'ятовуючим осцилографом RIGOLSDS 1022DL. Обробка осцилограми дає змогу отримувати час переміщення променя лазера із однієї позиції до другої.

Описана схема дозволяє відпрацьовувати алгоритми керування БС в аспекті мінімізації часу розгону і гальмування, тим самим вдосконалювати динамічні параметри сканера. Ця установка дає змогу вивчати вплив зміни різних конструкційних параметрів БС на його динаміку, наприклад, зміни типу двигуна.

Оцінки точності позиціонування БС проводиться з допомогою темної пластикової плівки, на яку наноситься контур, що підлягає скануванню. Використовуючи лазерне випромінювання достатньої потужності, реєструються траєкторії переміщення лазерного променя. Аналіз отриманих траєкторій дозволяє оцінити похибку позиціонування БС.

#### Висновок.

Сформовано засади побудови схеми керування електроприводом блоку сканування, що забезпечує оптико механічну розгортку дискретних відліків теплового поля.

#### Література

1. Кулинченко Г. В., Мозок Е. Н. Аппаратно-программный комплекс оценки теплового поля / Г. В. Кулинченко, Е. Н. Мозок // Вестник НТУ "ХПИ". – 2015. – № 33 (1142). – С. 83-91.
2. Мозок Е. Н., Кулинченко Г. В. Оценка возможности восстановления конфигурации теплового поля по его дискретным значениям / Е. Н. Мозок, Г. В. Кулинченко // Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління. – м. Херсон. – 2017. – С. 165-168
3. Ritter M. Further development of an open-source thermal imaging system in terms of hardware, software and performance optimizations [Електронний ресурс] / Maximilian Ritter // University of Applied Sciences Pforzheim. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://github.com/maxritter/DIY-Thermocam/blob/master/Documents/Scientific%20Paper.pdf>