

# АНАЛІЗ РЕЖИМІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ КРОКОВИХ ДВИГУНІВ ТА ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*В даній роботі проаналізовано режими функціонування крокових двигунів, які є важливими при вирішенні задач управління в системах автоматизації. Розроблено алгоритм та програмний засіб для реалізації емулятора лабораторного стенду.*

**Ключові слова:** кроковий двигун, режим керування, контролер, системи автоматизації.

## **Abstract**

*The report analyzes the methods of functioning the stepper motors that are important in solving the problems of control in automation systems. The algorithm and software for this implementation are elaborated*

**Keywords:** stepper motor, control mode, controller, automation systems.

## **Вступ**

Крокові двигуни широко використовуються в принтерах, автоматичних інструментах, приводах дисководів, автомобільних приладових панелях та інших додатках, що вимагають високої точності позиціонування. В наш час в схемах автоматизації поряд з автоматичними системами безперервної дії, які здійснюються з допомогою виконавчих двигунів звичайного виконання, використовуються системи імпульсної дії. Такі системи здійснюються з допомогою крокових двигунів.

Крокові двигуни використовуються, за необхідності, у точному позиціонуванні і керуванні швидкістю обертання у системах, де швидкість і момент обертання крокового двигуна є достатніми для цього.

Нині існує кілька режимів функціонування крокових двигунів, а саме:

- повнокроковий;
- півкроковий;
- мікрокроковий.

Там, де потрібні відносно малі переміщення і висока роздільна здатність, мікрокроковий режим здатний замінити механічний редуктор. Іноді мікрокроковий режим використовується для збільшення точності величини кроку понад заявлену виробником двигуна.

## **Результати дослідження**

В даній роботі проведено аналіз методів керування і режимів функціонування крокових двигунів з метою покращення експлуатаційних властивостей крокових двигунів, співставлення переваг та недоліків розглянутих методів для використання в методах автоматизації.

У повнокроковому режимі застосовуємо два підходи до керування ротором. Під час використання першого підходу тільки одна фаза (одна котушка) увімкнена у певний момент часу (ротор займає позиції напроти котушок статора), що не дає можливості досягнути максимального моменту. За другого підходу одночасно використовуються обидві котушки статора, що забезпечує на 40 % більший обертальний момент, ніж у попередньому випадку (ротор займає позиції між полюсами статора).

У півкроковому режимі відбувається комбінація двох підходів повнокрокового режиму, що забезпечує у 2 рази більшу кількість кроків, ніж у повнокроковому режимі. Півкроковий режим не забезпечує максимальний обертальний момент.

У мікрокроковому режимі струм у котушках статора змінюється малими кроками, що забезпечує поділ великих кроків на дрібніші. Коли включені дві фази статора і струм у різних котушках є різним, позиція ротора визначається співвідношенням струмів. Зміна співвідношення струмів у різних котушках дає змогу отримати певну кількість мікрокроків в одному повному кроці ротора. Цей режим вимагає використання складних схем керування.

Оскільки для забезпечення високої швидкості обертання ротора та високого обертового моменту при цьому контролер повинен забезпечити високу швидкість наростання струму у котушках

статора. Існує 2 способи вирішення цієї проблеми. Перший, включення послідовно з обмоткою двигуна додатково опору з одночасним збільшенням напруги живлення. Але недоліком цього способу є необхідність використання потужних резисторів і енергетичні витрати. Тому було вирішено обрати 2 спосіб, який має назву «імпульсний режим керування Н-подібним мостом». Цей спосіб використовується для подання та переключення напрямку струму у котушках. На двигун від імпульсного перетворювача подається підвищена у кілька разів напруга, яка формує прискорений процес заряду індуктивності обмоток. Після досягнення заданої величини струму перетворювач переходить з режиму стабілізації напруги в режим стабілізації струму і утримує струм обмотки на заданому рівні. Використання імпульсного регулятора забезпечує швидке наростання струму у котушках статора за невеликих апаратних затрат на реалізацію схеми регулювання. Крім того, такий підхід забезпечує постійний момент незалежно від коливань напруги живлення. Це рішення дає змогу використовувати дешеві, нестабілізовані джерела живлення.

### Висновки

Таким чином, проведений аналіз показав, що в кожному з трьох режимів функціонування кроковий двигун не має можливість отримати максимальну швидкість обертання ротора і досягнути максимальний обертальний момент. Оскільки для забезпечення високої швидкодії обертання ротора та високого обертового моменту кроковий двигун повинен забезпечити високу швидкість наростання струму у котушках статора, було обрано імпульсний режим керування Н-подібним мостом.

Отже, використання крокових двигунів в режимі імпульсного керування дає можливість використовувати дешеві, нестабілізовані джерела живлення, здатний замінити механічний редуктор, а також дає можливість вирішувати задачі по підвищенню ККД двигуна і збільшення точності величини кроку понад заявлену виробником двигуна.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кенио Т. Шаговые двигатели и их микропроцессорные системы управления / Т. Кенио – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 200с.
2. William H. Yeadon, Alan W. Yeadon Handbook of Small Electric Motors // McGraw-Hill, 2001.
3. Кроковий двигун [Електронний ресурс]. Режим доступу - <http://olden.in.ua/articles/108-stepper-1>.
4. Бачинський Р.В. Управління кроковими двигунами / Р.В. Бачинський // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2013. – № 27. – С. 163–168.

*Ставничий Євгеній Андрійович* — студент групи ІСІ-146, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ZheStav20@gmail.com

Науковий керівник: **Васюра Анатолій Степанович** - професор, кафедра автоматики та інформаційно-вимірювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

*Stavnychi Yevhenii A.* — Department of Computer Systems and Automation, Vinnytsya National Technical University, Vinnytsya, e-mail: ZheStav20@gmail.com

Supervisor: *Vasyura Anatoly S.* – Professor, academician of Ukrainian Technological Academy, Department of Automation and Information Measuring Devices, Vinnytsya National Technical University. Vinnitsa.