

С.Л. БОНДАРЄВСЬКИЙ, канд. тех. наук, доцент, О.К. ДАНИЛЕЙКО, ст. викладач, Ж.Г. РОЖНЕНКО, канд. тех. наук, доцент, Криворізький національний університет

ВИКОРИСТАННЯ КРОКОВИХ ДВИГУНІВ В ПОЗИЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

В Криворізькому національному університеті розроблений та виготовлений стенд для аналізу режимів роботи відцентрового вентилятора. Найпростішим методом керування продуктивністю вентилятора є зміна положення засувки у повітропроводі. Сучасні механізми регулювання продуктивності оснащені системами дистанційного позиціонування, одним з варіантів яких може бути побудований на базі крокового двигуна (КД).

Розповсюдження надійних та відносно невеликої вартості ключових елементів дало поштовх широкому використанню КД в різноманітних системах електроприводу. Крокові двигуни мають беззаперечні переваги та малу кількість недоліків. Систему управління КД достатньо легко оптимізувати під конкретні потреби, що додатково доводить його універсальність.

Для повороту засувки було обрано двофазний біполярний КД. При використанні прямого керування КД в стенді, завдяки досить великому моменту інерції засувки, спостерігалась вібрація останньої навколо її сталого стану. Засоби боротьби з цим явищем широко відомі та полягають у модуляції вхідної напруги на фазах двигуна, тобто формування струму наближеного до синусоїдального. Зазвичай, для цього використовуються відповідні драйвери (в стенді використано драйвер *MP8825*), що мають повно керований міст на виході.

Для формування керуючих імпульсів використовується допоміжний контролер, який отримує завдання на напрямок руху та кут повороту. Бажано щоб контролер одержував цю інформацію по локальній мережі, тобто підтримував роботу в мережі за відомим інтерфейсам та протоколам (*RS485, Modbus*).

Наразі, найбільш поширеними в вбудованих мікропроцесорних системах є 32-х розрядні процесори побудовані на базі *ARM Cortex*, наприклад, мікропроцесори *STM32* фірми *STMicroelectronics*.

Враховуючи універсальність стенду в стенді використано тестову плату лінії *DISCOVERY UM0919*, що дозволило відмовитись від виготовлення плати, монтажу та налаштування контролера.

При всій привабливості використання КД в позиційних системах (відсутність зворотного зв'язку в системах не високої точності) є суттєвий недолік – відсутність фіксації у початковому стані. Для керування положенням засувки від системи керування верхнього рівня (*SCADA* системи) до контролера приходять тільки значення кута повороту відносно початкового стану. Таким чином, в системі повинен бути присутнім датчик положення засувки.

Для фіксації початкового стану приводу, якому відповідає положення при повністю відкритій засувці, в стенді використовується датчик початкового положення – кінцевий механічний мікровимикачем, який запрацьовує при натисканні механізму повороту засувки.

Алгоритм роботи полягає у наступному: після включення стенда обирається напрямок руху на закриття засувки та КД обертається до спрацювання кінцевого вимикача. В робочому режимі за заданим кутом повороту розраховується кількість необхідних кроків двигуна та на драйвер подається відповідна кількість імпульсів. Драйвер КД керується шістьма вхідними сигналами: напрямок обертання, зробити крок, вибір величини кроку (три сигнали), дозвіл роботи. Таким чином, контролер отримує по локальній мережі (*RS485, Modbus*) завдання, розраховує напрямок руху і необхідну кількість кроків двигуна та формує дискретні сигнали на виходах обраних портів контролера. Програмування контролерів *STM32* на низькому рівні процес досить складний та з точки зору навчання студентів електротехнічного напрямку не є пріоритетним. Для спрощення процесу програмування *STM32* фірма *STMicroelectronics* розробила досить простий безкоштовний візуальний конфігуратор *STM32CubeMX* та бібліотека функцій *HAL*, які дозволяють повністю обрати режими роботи контролера та отримати шаблон проекту.

Остаточна розробка програми та завантаження її в контролер виконується в демонстраційній версії програмного середовища *Keil uVision*.