

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З КОМП'ЮТЕРНИМ КЕРУВАННЯМ

Реалізація більшості технологічних процесів у виробництві вимагає здійснення механічного руху тих чи інших елементів технологічного обладнання, устаткування, в тому числі із врахуванням необхідності керування швидкістю руху та (або) забезпечення позиційного керування. Серед великої множини таких технологічних задач можна назвати процеси, де необхідно виконувати управління швидкістю насосів і вентиляторів, шнеків, дозаторів та змішувачів, швидкістю та положенням стрічкових транспортерів, конвеєрів, підйомників, приведення в рух різного роду регулюючих органів – заслінок, кранів, приводів механообробних верстатів тощо. При цьому в ряді випадків ефективним підходом до реалізації електроприводу в технологічних процесах є використання асинхронних двигунів (АД), в тому числі в ситуаціях, де недопустимим є використання двигунів постійного струму з міркувань пожежної безпеки. З іншої сторони, реалізація керування швидкістю АД є складнішою, ніж двигуна постійного струму, та вимагає застосування сучасних методів керування. В задачах, де потрібно змінювати їх швидкість, використовують частотні перетворювачі, що формують напругу живлення необхідної частоти, забезпечуючи при цьому високу енергоефективність даного підходу. Такі підходи знаходять своє застосування в автоматизованих системах керування різного роду технологічними процесами та об'єктами народного господарства.

На кафедрі АУТПтаКТ Житомирського державного технологічного університету силами викладачів, інженерного персоналу та студентів-дипломників створений лабораторний стенд керованого електроприводу трифазним асинхронним двигуном. Даний стенд є результатом роботи, що виконувалася на кафедрі впродовж 2011–2015 років, за які поступово розвивалося програмне забезпечення та вносились апаратні модифікації в схему з метою додавання нових можливостей та збільшення функціональності стенду. На даний момент стенд використовується в дисципліні “Проектування систем управління технологічними процесами” при вивченні можливостей та підходів до програмування контролерів та панелей візуалізації. Тим не менше, на даний момент можливості стенду реалізовані не повністю.

Отже, **метою** даної роботи є аналіз та представлення будови, принципу дії та функціональних можливостей лабораторного стенду електроприводу на основі трифазного асинхронного двигуна з комп'ютерним керуванням, а також визначення перспективних напрямків його вдосконалення в рамках подальшого виконання магістерської роботи.

Лабораторний стенд складається з двох частин – керуючої та силової.

Керуюча частина побудована на основі програмованого логічного контролера (ПЛК) фірми Siemens моделі Simatic S7-1200 CPU 1211C DC/DC/DC та програмно-керованого частотного перетворювача (ЧП) фірми Delta VFD004L21B потужністю 0,4 кВт. ПЛК додатково оснащений комунікаційним модулем CM 1241 RS485 для реалізації інформаційного обміну з ЧП. При комп'ютерному керуванні з НМІ-панелі задається режим роботи та віддаються команди по мережі Ethernet в ПЛК. Контролер відпрацьовує заданий режим та дає команди в ЧП по шині RS-485 за протоколом Modbus щодо вмикання, вимикання, напрямку обертання та потрібної швидкості обертання двигуна. Для реалізації режимів дискретного керування частотним перетворювачем стенд містить два реле Relpol R4-2314-23-1024-WTDL, через які комутуються програмовані дискретні входи ЧП. Також на керуючій частині змонтовано локальний пульт керування, побудований на кнопках та світлодіодній індикації, що дозволяє обирати режими роботи та реалізовувати в них ручне керування (вмикання, вимикання, реверс, послідовний перебір швидкостей). Живлення та захист забезпечується блоком живлення MDR-60-24 24VDC/2,5A та УЗО 16A/30mA.

Виходячи з цього, силова частина побудована на основі чотириполюсного трифазного асинхронного двигуна АИР63 потужністю 0,37 кВт, на валу якого закріплено енкодер E40H12-100-3-1 та двигун постійного струму в ролі тахогенератора. Енкодер з'єднано з цифровим тахометром (цифровий лічильник імпульсів MP5), на якому дослідник може бачити поточну швидкість обертання валу. Імпульсні виходи енкодера також з'єднані з дискретними входами ПЛК через перетворювач рівнів сигналів на основі оптопарі TLP621, що забезпечує зворотний зв'язок за положенням валу двигуна та дозволяє визначати швидкість обертання валу та реалізувати позиційне керування приводом.

На даний момент в стенді реалізовано 4 загальні режими локального керування та 1 режим керування з комп'ютера. Три режими локального керування дозволяють вмикати, вимикати та реверсувати двигун шляхом керування через дискретні входи ЧП: 1) без фіксації кнопок, 2) з фіксацією кнопок, 3) з фіксацією та взаємоблокуванням команд.

Локальний режим 4 забезпечує вмикання, вимикання, реверс та послідовний перебір швидкостей двигуна шляхом програмного керування (передачі команд за протоколом Modbus) через інтерфейс RS485. Крім локального керування, стенд реалізує комп'ютерне (дистанційне через локальну мережу Ethernet) керування електроприводом, для чого розроблено інтерфейс оператора, що реалізується через НМІ-панель, робота якої моделюється на комп'ютері в середовищі Runtime. Програмне забезпечення ПЛК реалізоване в середовищі TIA Portal V12, панелі візуалізації – в середовищі WinCC flexible 2008 SP2.

Режим керування з комп'ютера охоплює функціональність локальних режимів та забезпечує їх розширені можливості. Реалізована можливість довільного обрання швидкості, виведення графіків швидкостей, позиційне керування двигуном (відпрацювання заданої кількості обертів), а також робота двигуна впродовж заданого інтервалу часу.

Тим не менше, як було сказано вище, на даний момент програмне забезпечення стану не реалізує всіх можливостей обладнання. Однією з причин є програмна несумісність ЧП фірми Delta з реалізацією протоколу Modbus в ПЛК фірми Siemens. Це обумовило необхідність низкорівневої реалізації передачі по RS485 лише заздалегідь підготовлених посилки за допомогою узагальнених протоколів обміну Point-to-Point (PtP). Плавна зміна швидкості в такому випадку станом не забезпечується. Усунення даного програмного недоліку полягає в розробці власної реалізації модулів обміну за протоколом Modbus, що формують посилки безпосередньо в процесі роботи ПЛК, які є сумісними з протоколом ЧП фірми Delta.

Іншим суттєвим недоліком даної реалізації є програмне зчитування імпульсів від енкадера, що використовуються для визначення сумарного кута відпрацювання валу двигуна. Це дозволяє здійснювати позиційне керування приводом лише на відносно низьких швидкостях. Застосування високошвидкісних лічильників ПЛК дасть можливість усунути цей недолік.

Таким чином, на основі аналізу апаратно-програмного забезпечення лабораторного стану асинхронного електроприводу з комп'ютерним керуванням та його функціональних можливостей визначено перспективні напрями його вдосконалення в межах магістерської роботи, які полягають в наступному:

1. Вдосконалення інформаційного обміну між ПЛК та ЧП в частині реалізації формування інформаційних посилки безпосередньо в процесі роботи стану.
2. Реалізація зворотного зв'язку по швидкості від тахогенератора.
3. Вдосконалення реалізації цифрового зворотного зв'язку по швидкості та положення на основі енкадера, зокрема можливості зчитування імпульсів на високих швидкостях.
4. Вдосконалення програмного забезпечення ПЛК, зокрема реалізація складних алгоритмічних режимів роботи лабораторного стану, які, в тому числі, забезпечують багатоетапне керування приводом.
5. Вдосконалення виведення графічної інформації, зокрема реалізація виведення графіків дійсної швидкості обертання двигуна.
6. Покращення можливостей та інформативності людино-машинного інтерфейсу (пульта керування) в програмному забезпеченні WinCC flexible 2008 SP2.

Проаналізовано лабораторний стан асинхронного електроприводу з комп'ютерним керуванням та представлено його будову, принцип дії та функціональні можливості. В процесі аналізу визначено напрями вдосконалення та покращення можливостей стану, що планується виконати в рамках магістерської дипломної роботи. Реалізація визначених напрямків вдосконалення та модернізації стану має за мету покращити можливості навчання студентів та в подальшому дозволить проводити наукові дослідження роботи електроприводу.