

УДК 621.313.14

СТАЦЕНКО Д.В., КРУК Т.А.

Київський національний університет технологій та дизайну

### УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ УНІВЕРСАЛЬНОГО КОЛЕКТОРНОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА КУХОНОГО КОМБАЙНУ

**Мета.** Удосконалення системи керування універсального колекторного електродвигуна за допомогою схеми зворотного зв'язку з використанням мікроконтролера та датчика швидкості для регулювання швидкості двигуна.

**Методика.** Використано метод комп'ютерного моделювання за допомогою програмних продуктів MATLAB (Simulink) та Proteus, програматора Arduino.

**Результати.** Удосконалена система керування за наведеною структурною схемою, яка забезпечує покращення сучасних функцій керування електродвигуном для безпечної і безшумної роботи. Отримані результати підтверджені комп'ютерною імітаційною моделлю та випробувані на експериментальному стенді.

**Наукова новизна.** Встановлені залежності параметрів процесу керування універсальним колекторним електродвигуном від формування керуваних сигналів з використанням сучасного мікроконтролера Arduino.

**Практична значимість.** Розроблено та створено стенд для дослідження удосконаленої системи керування універсального колекторного електродвигуна кухонного комбайну, який може бути використано для діагностики та ремонту електропобутової техніки.

**Ключові слова:** універсальний колекторний електродвигун, імітаційна модель, мікроконтролер, Arduino .

**Вступ.** Сучасне побутове обладнання висуває ряд вимог до електроприводу, серед яких найбільш важливими є великий обертальний момент та можливість зміни регулювання швидкості обертання робочих органів. Забезпечити виконання цих вимог можливо за рахунок використання керованого електроприводу на базі універсально колекторного двигуна (УКД) [1-3].

Поширення УКД пояснюється їх цінними якостями: високими пусковим, гальмівним та перевантажувальним моментами, порівняно високим швидкодією, що важливо при реверсуванні і гальмуванні, можливістю широкого і плавного регулювання частоти обертання [4,5]. При цьому сучасне побутове обладнання висуває ряд вимог до електропривода, серед яких найбільш важливими є великий обертальний момент та можливість зміни регулювання швидкості обертання робочих органів [5].

Один з методів регулювання швидкості УКД полягає у використанні системи керування електродвигуна на базі мікроконтролерів [6,7] з можливістю написання спеціалізованих програм. Такі програми реалізують використання сучасних функцій керування електродвигуном для безпечної і безшумної роботи.

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є удосконалення системи керування універсального колекторного електродвигуна кухонного комбайну за рахунок використання кола зворотного зв'язку, в яке входить датчик швидкості, та мікроконтролера, програма якого забезпечує регулювання швидкості УКД.

**Результати дослідження.** На (рис. 1) показана запропонована структурна схема системи керування УКД до складу якої входять: персональний комп'ютер, контролер Arduino Nano, оптрон, сімістор, УКД та датчик швидкості (ДШ).

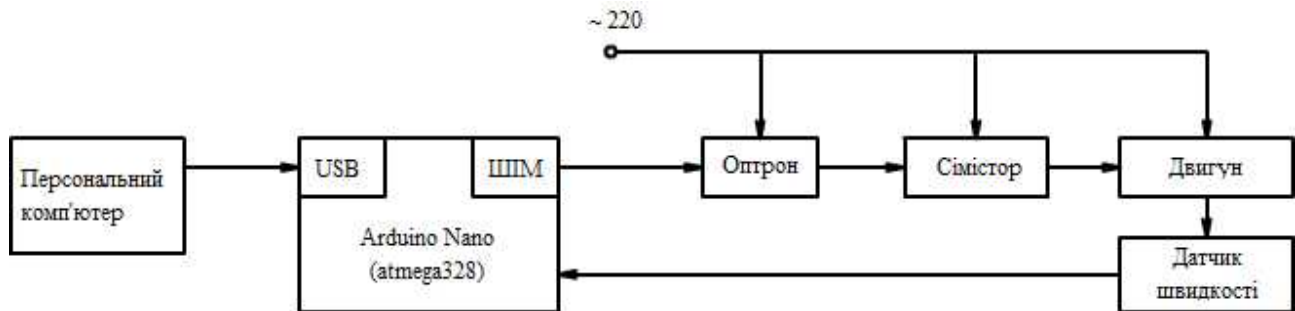


Рис. 1. Система керування УКД

На (рис. 2) показана електрична принципова схема системи керування УКД.

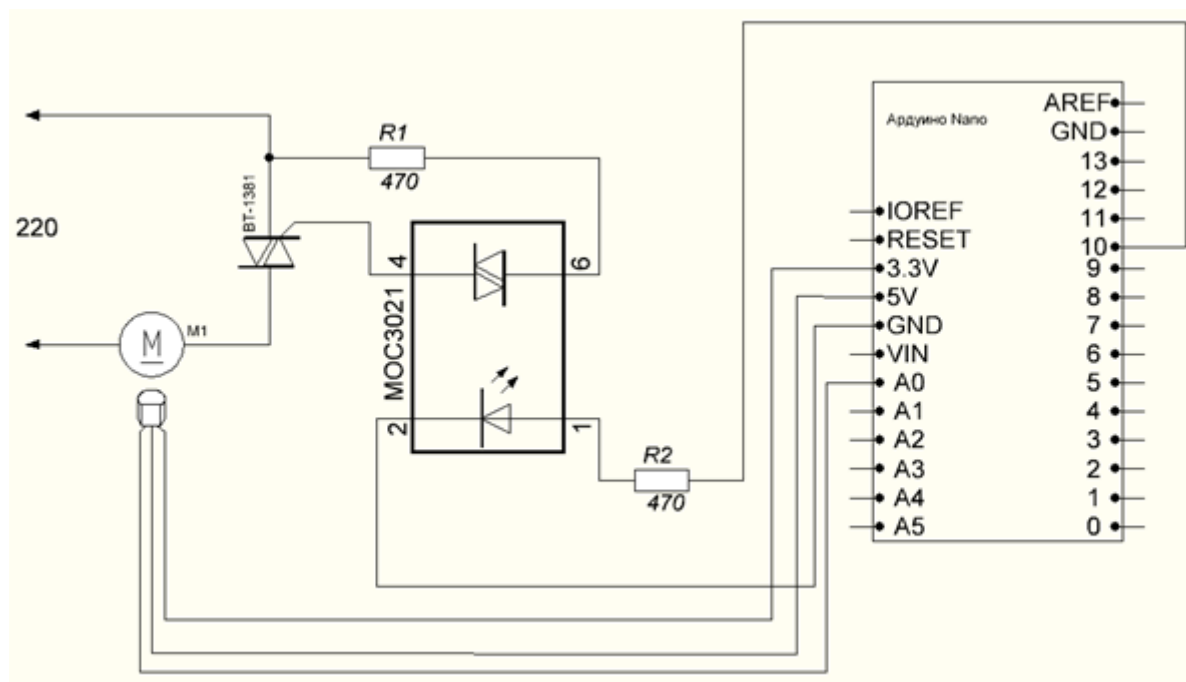


Рис. 2. Електрична принципова схема

На схемі представленні: живлення від мережі 220В, оптрон МОС3021, два резистори номіналом 470 Ом, симистор ВТ138-В, датчик Холла SS49Е для зчитування обертів двигуна та мікроконтролер Arduino МК.

Система містить коло зворотного зв'язку: контролю швидкості. В коло контролю швидкості входить двигун, датчик швидкості, пристрій керування. У випадку зміни швидкості обертання валу двигуна, наприклад, через зміну моменту навантаження, відбувається зміна сигналу ДШ, який надходить на вхід ПК. Пристрій керування порівнює сигнал датчика із заданим значенням і в залежності від результатів порівняння змінює скважність імпульсів. В результаті швидкість обертання буде змінюватись до тих пір поки сигнал датчика не стане дорівнювати заданому значенню. Система керування, що запропонована, забезпечує виконання вимог, що висувуються до сучасного

побутового обладнання. Вона має ряд переваг, а саме, просту структуру, може бути реалізована за допомогою обладнання яке серійно випускається, забезпечує можливість роботи двигуна при зміні моменту навантаження у широких межах. Система має ряд переваг, а саме, просту структуру, може бути реалізована за допомогою обладнання, яке серійно випускається.

У відповідності до алгоритму, записаному у програмі, що зберігається у МК, відбувається подача керуючого сигналу через виводи D10 та GND на вхід оптрона МОС3021. Оптрон складається з світлодіоду та фоторезистора, він передає імпульсний сигнал на світлодіод з заданою частотою включення відповідно до чого фоторезистор реагує з відповідною частотою, та передає сигнал далі. Сигнал з оптрону потрапляє на сімістор для подальшого керування УКД.

При зміні моменту навантаження на валу двигуна відбувається зміна сигналу датчика швидкості (датчик Холла S49SS), який надходить на вхід А0 пристрою керування (Arduino).

Така система забезпечує можливість підтримування заданої швидкості обертання валу двигуна. У випадку зміни моменту навантаження на валу двигуна відбувається зміна сигналу ДШ, який надходить на вхід ПК. Пристрій керування порівнює сигнал датчика із заданим значенням і в залежності від результатів порівняння змінює шпаруватість імпульсів керування інвертором, що призводить до зміни напруги на якорі двигуна. В результаті швидкість обертання буде змінюватись до тих пір доки сигнал датчика не стане дорівнювати заданому значенню. В коло якоря, додано датчик струму, який буде виконувати захист двигуна.

Програмування мікроконтролера Arduino Nano (рис. 3), розглянутого в даній статті, відбувається через програму для ПК або телефону, підключеної плати через кабель USB, це спрощує її використання оскільки не потрібно перепрограмувати через програматор. Плюсом при написанні програми для плати є те, що платформа відкрита і мова програмування яка використовується базується на C/C++, але дещо простіша для початківців і має назву Wiring.

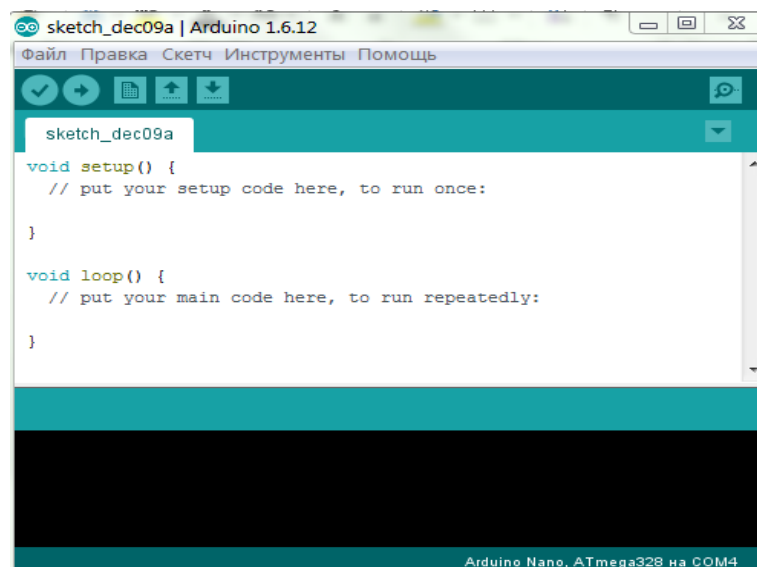


Рис. 3. Вікно середовища програмування

З метою аналізу запропонованої системи керування універсального колекторного двигуна проведені розрахунки перехідних процесів та побудована крива розгону, представлена на (рис. 4).

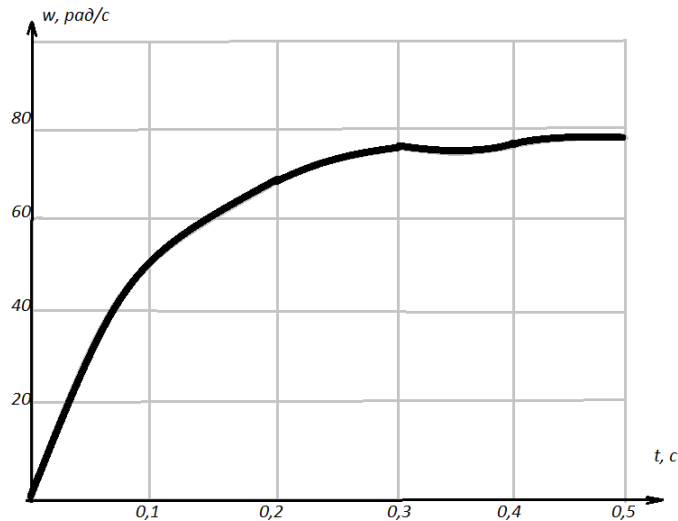


Рис. 4. Крива перехідних процесів

З метою перевірки роботи запропонованої схеми керування УКД на базі використання мікроконтролера Arduino Nano, було розроблено тестовий стенд та імітаційна модель роботи даної схеми. Імітаційна модель створена і перевірена у програмному забезпеченні MatLab (Simulink), Proteus. Електрична принципова схема зображена на рис. 2 була повністю реалізовано з відповідним програмним забезпеченням написаним у програматорі Arduino, також представлені осцилограми сигналів сімістора та датчика швидкості рис. 5.

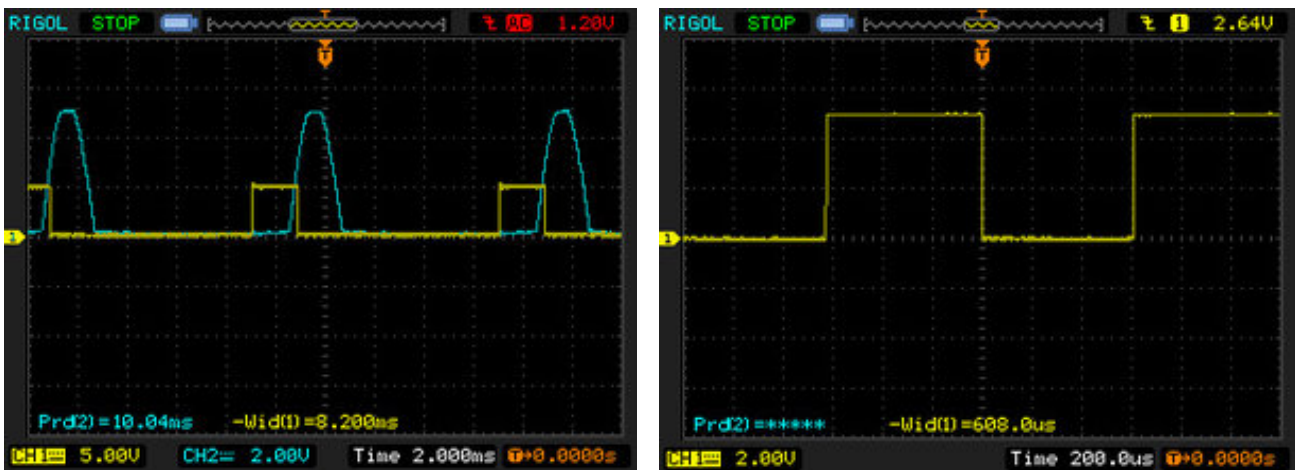


Рис. 5. Осцилограми сигналів керування

**Висновки.** Система керування за такою структурою забезпечує виконання умов, що висуваються до сучасного побутового обладнання. Вона має ряд переваг, а саме, просту структуру, може бути реалізована за допомогою обладнання яке серійно випускається. Використання мікроконтролерів Arduino та їх легке програмування надає

зможу використання сучасних функцій керування електродвигуном для безпечної і безшумної роботи двигуна.

#### Список використаної літератури:

1. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию. М.: Высшая школа, 2002. 255 с.
2. Попович М.Г., Лазинський О.Ю. Електромеханічні системи автоматичного керування та електроприводи. К.: Либідь, 2005. 780 с.
3. Леонов Б.С. Энергосбережение и регулируемый электропривод в насосных установках. М.: ИК "Ягорба" – "Биоинформсервис", 1998. 180 с.
4. Мокін Б. І., Мокін В. Б. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів. Частина I. Ідентифікація електромеханічних процесів в лінійних детермінованих системах з зосередженими параметрами: навч. посіб. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 1998. 153 с. – ISBN 966-7199-30-4.
5. Мокін Б. І., Мокін В. Б. Оптимізація електроприводів : навч. посіб. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ-Вінниця», 2004. 250 с. – ISBN 966- 641-074-5.
6. Варламов И.В., Касаткин И.Л. Микропроцессоры в бытовой технике. – М.: Радио и связь, 1987. 80 с.
7. Брей Б. Применение микроконтроллеров PIC18. Архитектура, программирование, построение интерфейсов с применением C и ассемблера: Пер. с. Англ. – К. : «МК-Пресс», СПб.: «КОРОНА-ВЕК», 2008. 576 с.

#### References

1. Aliev I.I. (2002). Spravochnik po elektrotehnike i elektrooborudovaniyu. [Guide to electrical and electrical equipment]. M: Vysshaya shkola [in Russian].
2. Popovich M.G. (2005) Elektromehanichni sistemi avtomatichnogo keruvannya ta elektroprivodi. [Electromechanical automatic control systems and electric drives]. K: Libid [in Ukrainian].
3. Leonov B.S. (1988) Energoberezhenie i reguliruemyyiy elektroprivod v nasosnih ustanovkah. [Energy saving and regulated electric drive in pump installations]. M: IK "Yagorba" – "Bioinformservis" [in Russian].
4. MokIn B. I. (1998) Matematichni metodi Identifikatsiyi elektromehanichnih protsesiv. Chastina I. Identifikatsiya elektromehanichnih protsesiv v linynih determinovanih sistemah z zoseredzhenimi parametrami: navch. posib. [Mathematical methods identification of electromechanical processes. Part I. Identification of electromechanical processes in linear deterministic systems with lumped parameters: teach. guidances.] Vinnitsya : «UNIVERSUM-Vinnitsya» [in Ukrainian].
5. MokIn B. I. (2004) Optimizatsiya elektroprivodiv : navch. posib. [Electric drives optimization: Textbook]. Vinnitsya : «UNIVERSUM-Vinnitsya» [in Ukrainian].
6. Varlamov I.V. (1987) Mikroprotsessoryi v byitovoy tehnikе [Microprocessors in household appliances] M.: Radio i svyaz [in Russian].
7. Brey B. (2008) Primenenie mikrokontrollerov PIC18. Arhitektura, programmirovaniye, postroyeniye interfeysov s primeneniemy C i assemblera [Applying PIC18

Microcontrollers: Architecture, Programming, and Interfacing using C and Assembly] Per. s. Angl. – К. : «МК-Press», SPb.: «KORONA-VEK» [in Russian].

### **УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО КОЛЛЕКТОРНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ КУХОННОГО КОМБАЙНА СТАЦЕНКО Д.В., КРУК Т.А.**

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Усовершенствование управления универсального коллекторного электродвигателя с помощью схемы обратной связи с использованием микроконтроллера и датчика скорости для регулирования скорости двигателя.

**Методика.** Использован метод компьютерного моделирования с помощью программных продуктов MATLAB (Simulink) и Proteus, программатора Arduino.

**Результаты.** Усовершенствована система управления по приведенной структурной схеме, которая обеспечивает улучшение современных функций управления электродвигателем для безопасной и бесшумной работы. Полученные результаты подтверждены компьютерной имитационной моделью и испытаны на экспериментальном стенде.

**Научная новизна.** Установлены зависимости параметров процесса управления универсальным коллекторным электродвигателем от формирования управляющих сигналов с использованием современного микроконтроллера Arduino.

**Практическая значимость.** Разработан и создан стенд для исследования усовершенствованной системы управления универсального коллекторного электродвигателя кухонного комбайна, который может быть использован для диагностики и ремонта электробытовой техники.

**Ключевые слова:** универсальный коллекторный электродвигатель, имитационная модель, микроконтроллер, Arduino.

### **IMPROVEMENT OF UNIVERSAL MOTOR CONTROL SYSTEM FOR FOOD PROCESSOR**

**STATSENKO D.V., KRUK T.A.**

*Kyiv national university of technologies and design*

**Purpose.** Improvement of the universal motor control system for motor speed control using a feedback circuit with speed sensor and a microcontroller.

**Methodology.** Computer simulation method using MATLAB (Simulink), Proteus, Arduino software were used.

**Findings.** Improved control system for shown block diagram, which provides improved advanced motor control functions for a safe and quiet operation. These results were confirmed by a computer simulation model and tested on experimental stand.

**Originality.** The dependences of the universal motor control process parameters of generating control signals using modern microcontroller Arduino were found.

**Practice value.** Research stand for improved control system of universal motor food processor were designed and developed, which can be used to diagnose and repair electrical appliances.

**Keywords:** Universal motor, simulation model, microcontroller, the Arduino.