

DOI: <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-62>

УДК 62-503.55

Крупський С.А., Гуда А.І.
Національна металургійна Академія України**ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО УПРАВЛІННЯ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ**

Анотація. Досліджено теоретичні питання ефективності мікроконтролерного управління двигуном. Розглядаються різні види систем керувань, їх переваги та недоліки. За допомогою дослідження довести доцільність модернізації керування двигунами постійного струму.

Ключові слова: двигун постійного струму, транзисторно-імпульсне управління, реостатно-контакторна система управління.

Krupskiy Serhii, Guda Anton
National Metallurgical Academy of Ukraine**EFFICIENCY DIRECT CURRENT MOTOR WITH MICROCONTROLLER CONTROL**

Summary. Researched theoretically question efficiency DC motor with microcontroller control. Reviewed different type of control system with advantages and disadvantages. With the help of research, prove the expediency of modernizing motor control system.

Keywords: DC motor, transistor-impulse control, Rheostat-contactor control system.

Постановка проблеми. Електроенергія займає велику частину нашого життя. Світло, обігрів, побутові прилади – все це ми можемо використовувати за допомогою електроенергії. Окремо від цього стоять електродвигуни. Після свого винайдення електродвигуни міцно засіли в нашому житті: від використання в побутових приладах до використання в електротранспорті.

Електричний привод постійного струму є ідеальним перетворювачем електричної енергії в механічну [2, с. 247] і ключовим елементом великого числа транспортних систем. Незважаючи на відомі недоліки колекторних машин та загальну тенденцію на використання більш надійніших асинхронних машин з короткозамкненим ротором, нескладно зрозуміти, що в найближчому майбутньому колекторні двигуни постійного струму залишатимуться в роботі та будуть експлуатуватись в найближчому майбутньому.

Серед систем управління для колекторних двигунів постійного струму (ДПС) найпоширенішою є реостатно-контакторна система керування (РКСУ). Принцип її дії полягає в зміні напруги на якорі машини за допомогою зміни схеми з'єднання: паралельне, послідовне, паралельно-послідовне. Другим методом регулювання є зміна опору якорного кола – здійснюється введенням в коло баластних опорів, об'єднаних в реостат. При такому методі регулювання зайва енергія розсіюється на реостаті.

Через принцип дії система управління має недоліки:

- висока матеріалоемність;
- висока витрата електроенергії;
- нагрівання;
- потреба в частотному обслуговуванні;
- потреба у виконанні певних вимог у використанні.

Додаючи до цього фізичну застарілість та відсутність запасних частин з'явилася потреба в заміні РКСУ на іншу систему управління для колекторних двигунів постійного струму (ДПС).

Аналіз досліджень і публікацій. Існує велика кількість досліджень про використання електродвигунів та способи їх керування. Переглянуті публікації описують способи управління, реалізацію цих способів та визначення параметрів двигунів при певних умовах. Існують подібні дослідження енергозбереження. Спроб виміру ефективності транзисторно-імпульсних систем керування ДПС виявлено не було.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Зі створенням електромотору почалися пошуки способу регулювання ним. Найпопулярнішою з систем є реостатно-контакторна система управління, яку було винайдено ще в XIX ст. Тому вона не відповідає сучасним вимогам. Сучасна система управління повинна мати високий рівень енергоефективності. Це досягається за допомогою точного регулювання двигуна. Транзисторно-імпульсна система управління призначена виконати сучасні вимоги енергоефективності моторів, а в даному випадку двигунів постійного струму, як таких, що досі, в більшості своїй, використовують РКСУ для управління. На даний час не існує достатньої інформації про використання мікроконтролерних систем управління з ДПС, про складнощі, які можуть з'явитися при заміні фізично застарілої РКСУ на мікроконтролерну транзисторно-імпульсну систему управління.

Постановка завдання. Завданням дослідження є отримання результатів ефективності використання транзисторно-імпульсних систем керування. Також виявлення можливих проблем при використанні даної системи при різних параметрах роботи системи керування.

Викладення основного матеріалу. Розглядаючи методи управління двигунами, варто звернути увагу на наступні чинники:

- комплексний ефект енергозбереження при рішенні задачі, не обмежуючись результатом в одному місці;
- зниження втрат при перехідних процесах, стабільна робота та довготривала робота при перехідних процесах.

– досягнення ефективності не тільки за допомогою зниження втрат, але й за допомогою можливості роботи в нових режимах роботи. Поява мікропроцесорів дозволяє знайти нові режими роботи ДПС.

Сьогодні особливо увагу направлено на заміну РКСУ на управління транзисторними системами управління (ТрСУ).

Принци дії полягає в перериванні з великою частотою з регульованою скважністю струму, чим займається частотний модуль, через електродвигуном (ДПТ). У зв'язку з цим транзисторно-імпульсні системи з'явилися тільки під час розквіту виробництва високовольтних транзисторів, що витримували великий струм. На відміну від тиристорів транзистори при відсутності керуючої напруги на затворі запираються. Це спрощує управління ключами. Частина з силовими ключами має назву силовий перетворювач. Даний принцип керування є найбільш простим способом реалізації частотного управління та, завдяки відносно низькій вартості, широко використовується для приводу механізмів, де немає високих вимог до якості регулювання швидкості. В першу чергу це відноситься до електроприводів насосів, вентиляторів, компресорів. Даний клас механізмів має широкі потенційні можливості енерго- та ресурсозбереження, які успішно реалізуються при впровадженні даного типу систем.

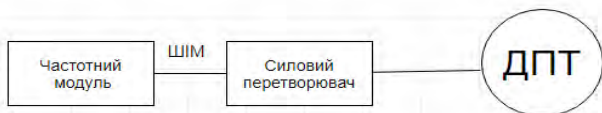


Рис. 1. Функціональна схема ТрСУ

З появою мікроконтролерів з'явилося нове покоління транзисторних систем керування. Використання мікроконтролерного управління дозволяє застосовувати складні алгоритми управління (МП модуль), електродвигуном, використання датчиків, наприклад, датчик струму (ДС) або датчик швидкості та положення (ДШП), реалізувати захист від наднормових режимів, режими гальмування різними типами, діагностику і т.д. Дані системи керування мають порівняно більшу високу вартість та застосовуються в механізмах з підвищеними вимогами до якості регулювання швидкості та вимогами в енергоефективності, наприклад, в станках, кранах.

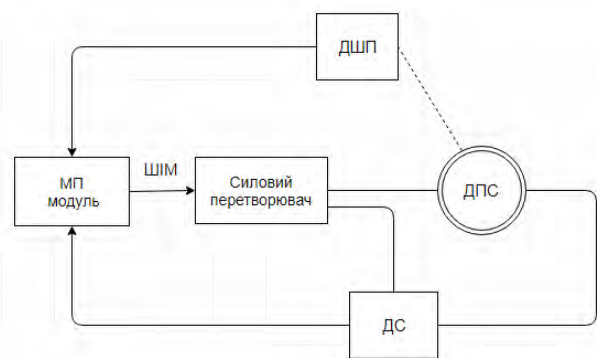


Рис. 2. Функціональна схема мікроконтролерного ТрСУ

Використання мікроконтролерного керування має велику кількість переваг. Але через відносно велику вартість та складність були основними причинами повільного інтегрування систем.

Виходячи з вищевказаного, в статті зроблена спроба виміру ефективності мікроконтролерного управління двигуном постійного струму та порівняння з реостатно-контакторною системою управління. Визначити фактичні значення параметрів, з тим що б сприяти заміні морально застарілих систем управління.

Для цього було зроблено заміри ККД системи. Система складається з джерела живлення, мікроконтролерної транзисторної системи, двигуна постійного струму та навантаження для двигуна. Досліди проходили зі змінами навантаження, змінами характеристик системи керування, джерела живлення.

Мотор має індуктивність 1.02 мГ, опір 3.8 Ом. Керування відбувається за допомогою STM32F103C8T6. За систему керування LM298.

Вимірювання обертів проводиться за допомогою оптичної пари та диску з 20 отворами.

Цикл роботи – збільшення ширини імпульсу по 5%. Між змінами імпульсу пауза 1 секунда для зміни обертів, потім 5 секунд вимірювань. Також в змінюється частота імпульсів від 20 Гц до 98 кГц.

Для згладжування імпульсів використовується фільтр у вигляді конденсатору підключеного паралельно до двигуна. Використовуються конденсатори на 100 нФ та 1.5 мкФ.

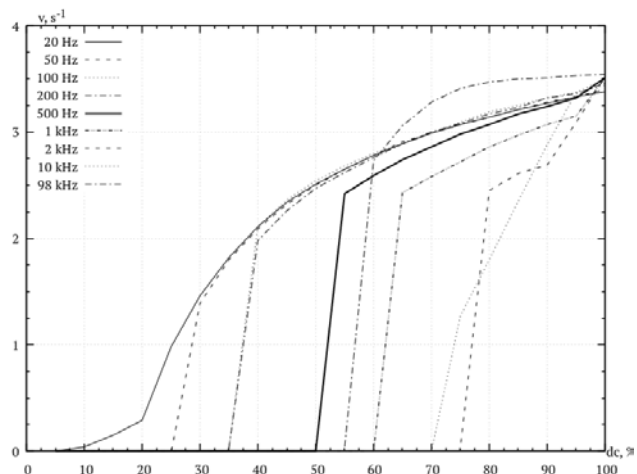


Рис. 3. Результати дослідження з конденсатором на 100 нФ

Як видно з графіку збільшення частоти приводить до більш різкого збільшення обертів двигуна. Водночас для старту двигуна потрібно більша ширина імпульсів. Висока частота погіршує керування двигуном на малих обертах і в той же час збільшує максимальні оберти.

Збільшувати частоти приводить до перенамагнічування, що погіршує характеристики двигуна. На даному графіку це помітно починаючи з частоти 500 Гц.

Збільшення ємності конденсатора у фільтрі покращує характеристики двигуна. Двигуна має пологішу характеристику порівняно з попереднім дослідженням. Особливо виділяється характеристика при частоті 200 Гц.

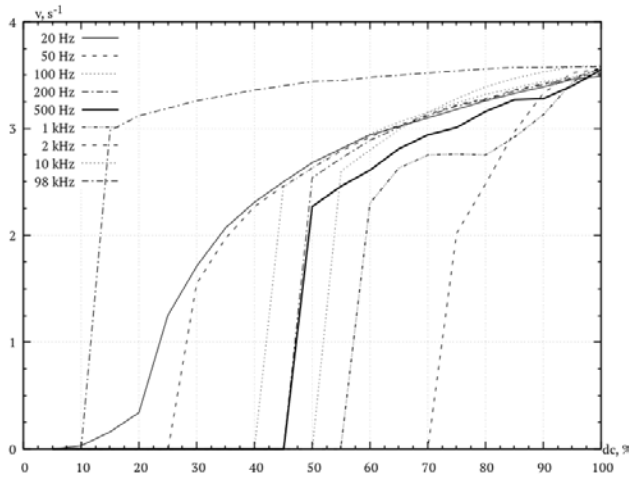


Рис. 4. Результати дослідження з конденсатором на 1.5 мкФ

Висновки. Сучасна промисловість та транспортна галузь характеризується використанням високоефективних технологій для досягнення високих експлуатаційних характеристик обладнання та зменшення втрат. Все це можливо за умови підвищення якості керування двигунами.

Транзисторно-імпульсні системи керування займають велику роль у цьому. Але незважаючи на всі переваги подібні системи мають певні недоліки:

- Частота не може підвищуватись безкінечно. Після певного рівня це приводить до перемагнічування якора та зниження ККД.

- Для отримання високого ККД треба мати велику кількість інформації про параметри та характеристики двигуна (порівняно з РКСУ).

- Параметри фільтру серйозно впливають на ККД.

Список літератури:

1. Алексеев К.Б. Микроконтроллерное управление электроприводом: Учебное пособие / Алексеев К.Б., Палагута К.А. – К.: МГИУ, 2008. – 298 с.
2. Анучин А.С. Системы управления электроприводов: учебник для вузов / Анучин А.С. – К.: Издательский дом МЭИ, 2015. – 373 с.
3. Семенов Б.Ю. Силовая электроника: от простого к сложному / Семенов Б.Ю. – К.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 416 с.