

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ПРАЛЬНИХ МАШИН ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ШУМУ

Туницький В.В. – гр. МГЕМ-1-24, магістрант, v.tupickiy@gmail.com

Біла Т.Я. – к.т.н., доцент, bila.ty@knu.edu.ua

Київський національний університет технологій та дизайну

У сучасних умовах зростаючої вартості енергоресурсів і посилення вимог до екологічної безпеки особливої актуальності набуває розробка енергоефективних побутових приладів. Пральна машина - один із найбільш енергоємних пристроїв у житловому секторі, тому оптимізація її енергоспоживання та зниження акустичного впливу є важливим завданням. Одним із найефективніших шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження інтелектуальних систем керування електроприводом.

Метою роботи є розробка та дослідження системи керування електроприводом пральної машини, що забезпечує зниження споживання електроенергії та рівня шуму при збереженні або покращенні якості прання.

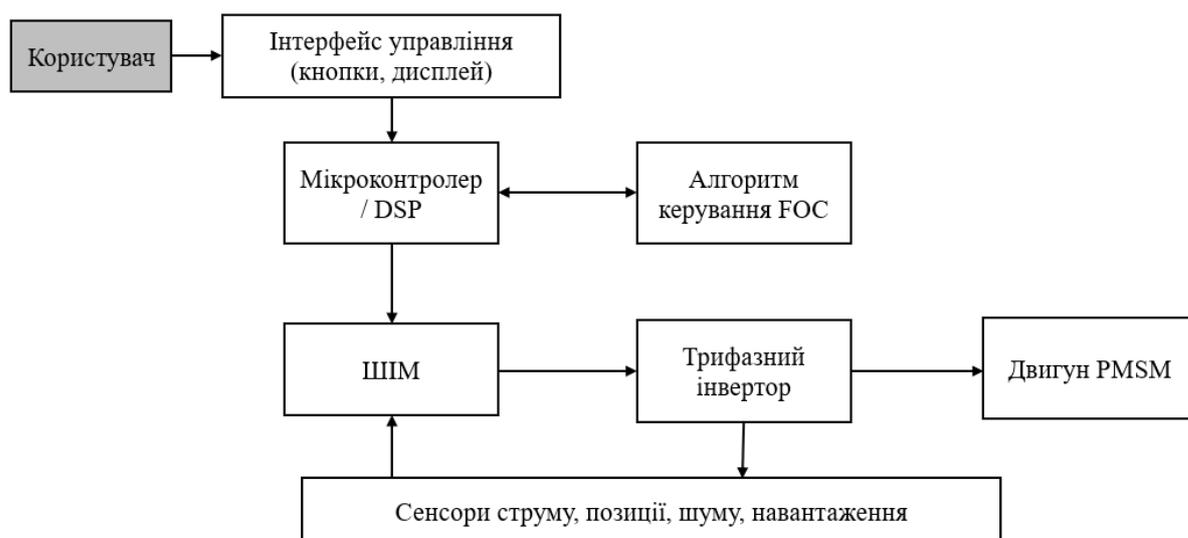
Традиційні пральні машини з асинхронними двигунами та механічним регулюванням швидкості мають низьку енергоефективність і високий рівень шуму. Найбільший вклад у шум вносить нерівномірний крутний момент на стадії віджимання. Зі зростанням вимог до класу енергоефективності зростає й потреба в застосуванні більш досконалих систем електроприводу, зокрема:

- безколекторних двигунів постійного струму (BLDC);
- синхронних двигунів із постійними магнітами (PMSM);
- векторного керування для точного регулювання крутного моменту та швидкості.

Для системи, що пропонується, з метою зменшення енергоспоживання обрано синхронний двигун із постійними магнітами (PMSM), який має високий ККД (до 90%), стабільну роботу при різних навантаженнях, менший шум у порівнянні з асинхронними двигунами. Крім того, пропонується використати систему векторного керування (FOC - Field Oriented Control), що дозволяє регулювати динаміку запуску, зменшити пікові навантаження та підвищити ефективність при частковому навантаженні. Цей метод дозволяє незалежно регулювати магнітний потік і крутний момент за аналогією з керуванням у двигунах постійного струму та забезпечує плавний запуск і зупинення двигуна, надає можливість реалізації алгоритмів шумозаглушення.

Головним компонентом системи керування є мікроконтролер з цифровим сигнальним процесором (DSP), наприклад, STM32F4/F7 (STMicroelectronics). Цей обчислювальний модуль виконує функції реалізації адаптивних алгоритмів прання, FOC у реальному часі (частота ШІМ до 20–40 кГц), а також розрахунку

оптимальної швидкості/моменту з урахуванням типу завантаження. Схема системи керування наведена на рисунку.



Для адаптації параметрів прання до реальних умов в систему введено наступні сенсори:

- енкодер або Hall-сенсори - для точного визначення позиції ротора (необхідно для FOC);
- датчик струму - для вимірювання фазових струмів у реальному часі;
- датчик навантаження - обчислення маси білизни;
- акустичний сенсор - для контролю шуму (вбудований MEMS-мікрофон);
- температурний датчик - захист обмоток двигуна.

Інтеграція інтелектуальної системи керування приводом дозволяє не лише економити енергію, а й значно знижує акустичний дискомфорт - ключовий фактор у побутових умовах. Зменшення шуму позитивно впливає на якість життя, особливо у багатоквартирних будинках.

Висновки. У межах дослідження запропоновано систему керування на базі FOC та PMSM, що забезпечує суттєве зниження споживання електроенергії та шуму. Такі рішення мають перспективу масштабування як для промислових пральних машин, так і в освітніх закладах, де часто використовують застаріле обладнання з високим рівнем енергоспоживання.

Список використаних джерел:

1. Вплив частотних перетворювачів на енергозбереження [Електронний ресурс] – режим доступу https://ukrprommotor.com.ua/blog/efektivnist-chastotnih-peretvoryuvachiv-u-zabezpechenni-energozberezhennya?srsid=AfmBOor11_EkGq6ZoqIe463xpNcaS88UaxUVzqoQ0kCKaNtSHLaSjjHG&utm_source=chatgpt.com
2. Горященко К., Стецюк, В., Горященко, С., & Лисий, А. (2023). Моделювання та випробування синхронних двигунів з постійними магнітами. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 323(4), 112-117. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2023-323-4-112-117>