

УДК 697.92

ВПЛИВ СИСТЕМ ЧАСТОТНОГО КЕРУВАННЯ НА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОМИСЛОВИХ ВЕНТИЛЯТОРІВ

Коновальчук І.І. – гр. БЕМ-21, бакалавр, illyaconoval@gmail.com

Ничеглод В.В. – PhD, асис., nicheglod.vv@knutd.edu.ua

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є визначення впливу частотних перетворювачів з скалярним та векторним типом керування на енергоефективність роботи електромеханічного обладнання промислових вентиляційних систем, з акцентом на аналіз динамічних та енергетичних характеристик керованих промислових вентиляторів.

Сучасні промислові вентиляційні системи є ключовими елементами забезпечення належного мікроклімату на підприємствах різних галузей. Значна частина енергоспоживання у таких системах припадає саме на електромеханічне обладнання, зокрема – вентилятори, які працюють у широкому діапазоні навантажень. У зв'язку з цим, підвищення енергоефективності вентиляційних систем є актуальним напрямом технічної модернізації промислових об'єктів.

Одним із найбільш ефективних методів керування продуктивністю вентиляторного обладнання є впровадження частотного регулювання до електроприводів. Частотні перетворювачі забезпечують змінне керування швидкістю обертання двигуна, що дозволяє адаптувати роботу вентилятора до реальних потреб системи вентиляції. Водночас ефективність такого керування значною мірою залежить від типу, алгоритмів регулювання та технічних характеристик конкретного перетворювача.

У системах частотного регулювання електроприводів вентиляторів найбільш поширеними є два типи керування: скалярне (або V/f-управління) та векторне.

Скалярне управління базується на підтриманні сталого співвідношення між напругою та частотою живлення електродвигуна ($U/f = \text{const}$)[2]. Такий тип керування є простим у реалізації, не вимагає складних обчислень або зворотних зв'язків, тому часто застосовується в системах із невисокими вимогами до динаміки. Основною перевагою скалярного керування є його низька вартість, простота налаштування та надійність. Однак його ефективність знижується при змінних навантаженнях, а точність регулювання моменту обмежена, що може призводити до зайвих енергетичних втрат при непостійній роботі вентилятора.

Векторне управління, на відміну від скалярного, передбачає незалежне керування потоком та моментом двигуна на основі математичної моделі та

Платформа: ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНІ СИСТЕМИ. ЕНЕРГЕТИЧНІ СИСТЕМИ. ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

зворотного зв'язку. Це забезпечує високу динамічну точність, стабільність крутного моменту при низьких обертах та кращу енергоефективність у змінних режимах роботи. Векторне управління дозволяє точно адаптувати роботу вентилятора до змін навантаження, знижуючи споживання електроенергії. Водночас воно вимагає складнішого налаштування, використання датчиків або оцінювачів параметрів, а також дорожчого обладнання[3].

Порівняння цих типів керування в контексті роботи промислового вентилятора дозволяє оцінити їхній вплив на енергоспоживання, стабільність роботи електромеханічної системи.

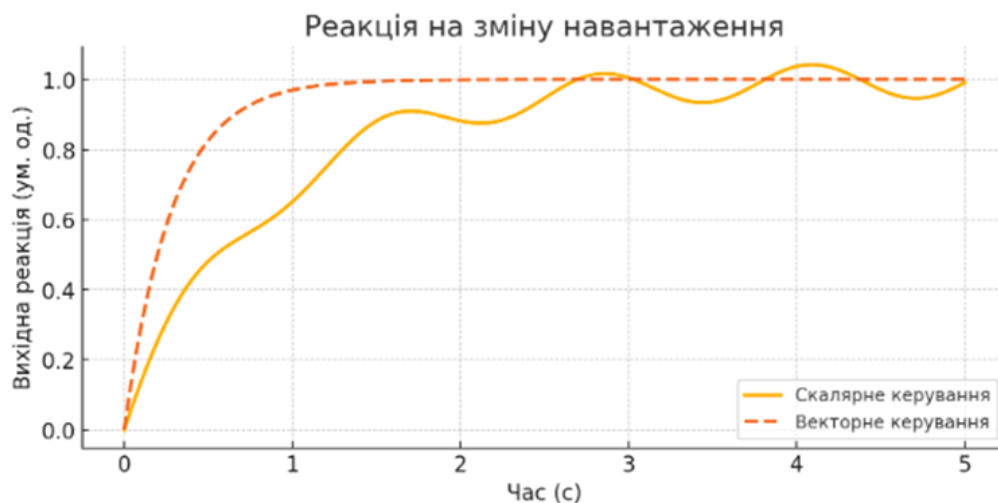


Рисунок 1 – Реакція на зміну навантаження на валу

На рисунку 1 зображено динамічну реакцію частотного перетворювача на різку зміну навантаження у часі. Крива, що відповідає скалярному керуванню, демонструє повільне наростання вихідного сигналу з характерними коливаннями навколо заданого значення. Це свідчить про інерційність системи, відсутність зворотного зв'язку та обмежену здатність до точного регулювання моменту. У той же час, крива для векторного керування показує значно швидший вихід на робочий режим без коливань, що підтверджує високу динамічну стабільність і точність такого типу регулювання. Векторне керування забезпечує більш ефективніше керування навіть у режимах різкої зміни навантаження.

Для скалярного керування (рисунки 2) характерне поступове зростання енергоспоживання з помітною перевитратою енергії при середньому та низькому навантаженні. Це пов'язано з неможливістю точно адаптувати подачу енергії до реального навантаження двигуна.

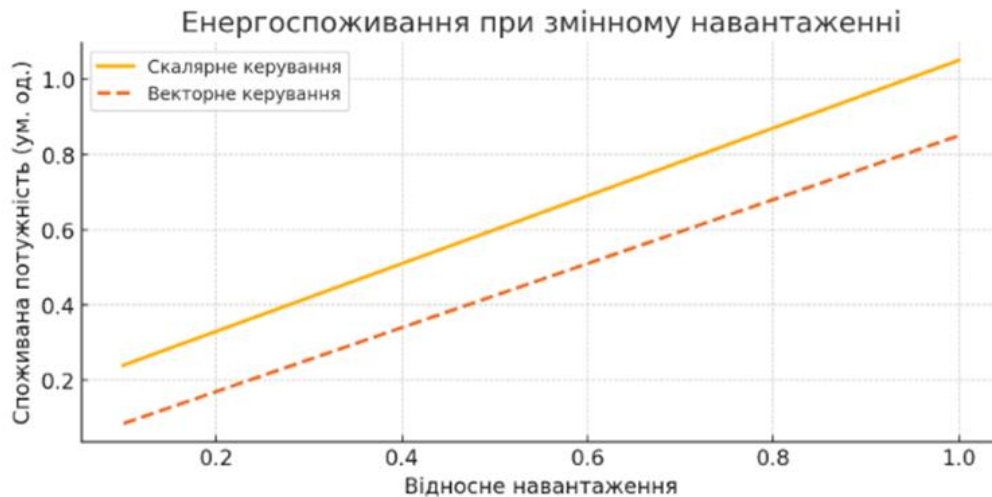


Рисунок 2 – Енергоспоживання при змінному навантаженні

Натомість векторне керування забезпечує більш лінійну та економну залежність – потужність зростає відповідно до фактичного навантаження без надмірного енергоспоживання. Це вказує на вищу енергоефективність векторного керування, особливо у випадках роботи з непостійним навантаженням, що властиво більшості промислових вентиляційних систем.

Висновок. Аналіз динамічних та енергетичних характеристик систем частотного керування дозволяє зробити висновок, що векторне керування має суттєві переваги порівняно зі скалярним у контексті забезпечення енергоефективної та стабільної роботи промислових вентиляційних систем. Зокрема, векторне керування забезпечує значно швидшу та точнішу реакцію на зміну навантаження, що дозволяє зменшити коливання параметрів системи та уникнути надмірного навантаження на електромеханічне обладнання.

Л і т е р а т у р а

1. Ільченко О. В. Математичне моделювання енергоефективності вентилятора головного провітрювання з комбінованим керуванням / О. В. Ільченко, О. К. Данилейко. – 2021. – 9 с.
2. Горшков В. В. Вплив різних форм напруги силового перетворювача в комплексі головної вентиляційної установки / В. В. Горшков, Д. А. Михайличенко. – 2020. – 10 с.
3. Вплив частотних перетворювачів на енергозбереження [Електронний ресурс] – режим доступу https://ukrprommotor.com.ua/blog/efektivnist-chastotnih-peretvoryuvachiv-u-zabezpechenni-energozberezhennya?srsId=AfmBOor1l_EkGq6ZoqIe463xpNcaS88UaxUVzqoQ0kCKaNtSHLaSjjHG&utm_source=chatgpt.com