

Інтелектуальна система керування дводвигунним електроприводом скребкового конвеєра

Шляховий І. Ю., Разживін О. В.

Донбаська державна машинобудівна академія

Досліджено принципи побудови дводвигунних електроприводів скребкових конвеєрів, на основі яких розроблено інтелектуальну систему керування для підвищення енергоефективності та надійності роботи транспортного обладнання.

Створення двохдвигунної електропривідної системи потребує не лише правильного вибору електромеханічного обладнання, а й розробки алгоритмів синхронізації моментів та швидкостей, оскільки навіть незначна асиметрія керування може спричинити виникнення динамічних перевантажень у редукторах, муфтах та тяговому ланцюзі конвеєра. Особливо важливими є інтелектуальні методи вирівнювання моментів Torque-Sharing Control та Master-Slave керування, що забезпечують оптимальний режим роботи механізму незалежно від умов навантаження [1].

У межах даного дослідження розроблено проєкт комбінованої автоматизованої системи керування, що включає два частотні перетворювачі, керуючий контролер, датчики струму, швидкості та моменту, а також систему діагностики та захистів. Ця система орієнтована на забезпечення безпечної та ефективної роботи конвеєра навіть у випадках різкого збільшення подачі матеріалу, його ущільнення або зміни властивостей, що часто є причиною перевантажень та непередбачених зупинок [2].

Проєктована інтелектуальна система виконує аналіз навантаження в реальному часі, визначає ступінь відхилення моментів на обох приводах, корегує сигнали керування частотними перетворювачами та забезпечує стабілізацію швидкості руху конвеєрної гілки. Використання датчиків струму та швидкості дає змогу отримувати достовірну інформацію про фактичний стан приводу, а вбудований мікропроцесорний модуль виконує високошвидкісну обробку даних і формування керуючих команд. Структурна схема системи

керування дводвигунним електроприводом скребкового конвеєра представлена на рисунку 1.

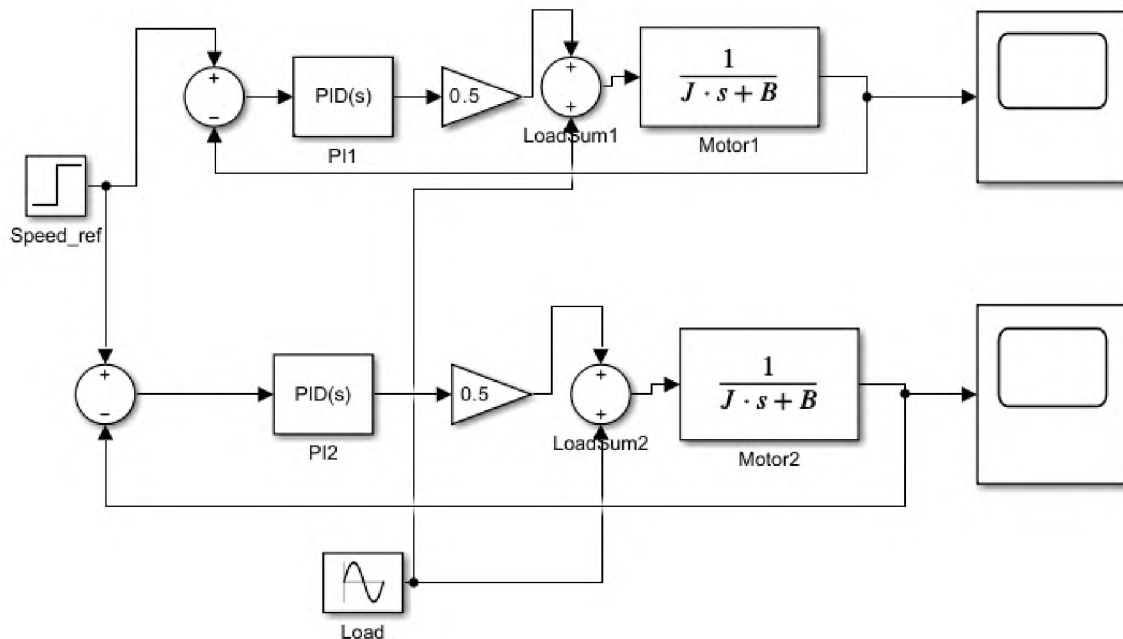


Рисунок 1 – Структурна схема системи керування дводвигунним електроприводом скребкового конвеєра

Особливу увагу приділено розробці математичної моделі електроприводу, побудованої на основі векторного керування у dq-координатах. Модель включає електромагнітні процеси в асинхронних двигунах, механічну динаміку конвеєра, інерційні та коливальні властивості привідної гілки, а також алгоритми регулювання моменту та швидкості. Реалізація системи у MATLAB/Simulink дала змогу дослідити режими пуску, зупинки, роботи з нерівномірним навантаженням, перевантаження та аварійні умови [3].

Графіки результатів дослідження залежності втрат активної потужності від продуктивності та ваги деталі представлено на рисунку 2.

Графіки показують значне зменшення втрат активної потужності при використанні адаптивного алгоритму. Це безпосередньо впливає на зниження експлуатаційних витрат та підвищення стабільності роботи конвеєра.

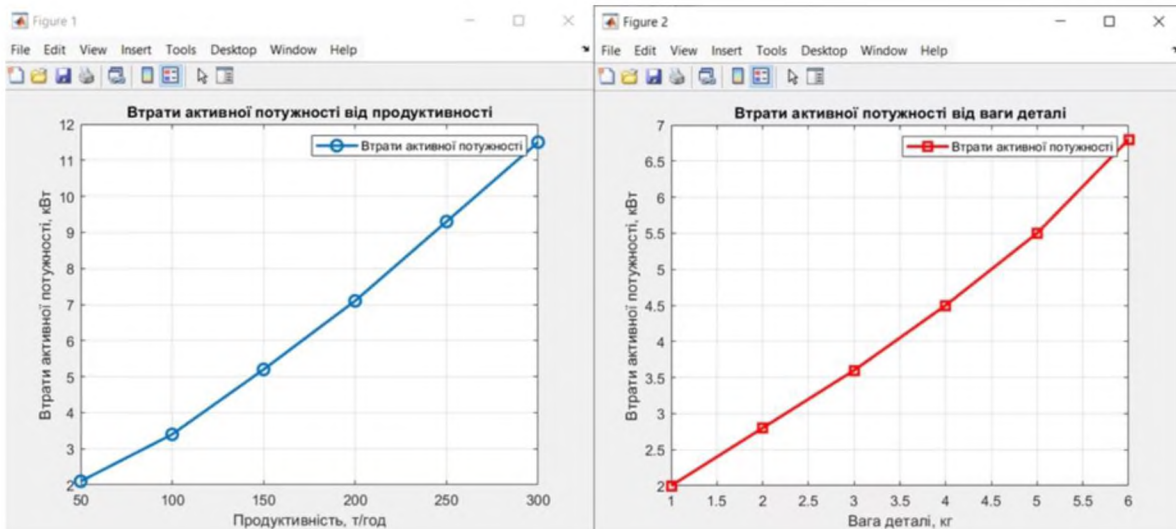


Рисунок 2 – Графіки результатів дослідження залежності втрат активної потужності від продуктивності та ваги деталі

Адаптивний підхід забезпечує не лише зниження споживання електроенергії, але й підвищує рівномірність розподілу моментів між двигунами, що позитивно впливає на ресурс механічних вузлів конвеєра. Графік підвищення стабільності швидкості транспортування представлено на рисунку 3.

Результати моделювання демонструють значні переваги двохдвигунного інтелектуального приводу:

- зниження пікових пускових струмів на 25–30 %;
- вирівнювання навантаження між двигунами у більш ніж 2 рази;
- зменшення середніх енерговитрат на 20–30 %;
- мінімізація коливань моменту та зменшення динамічних ударів у приводі;
- підвищення стабільності швидкості транспортування матеріалу на 15–20 %.

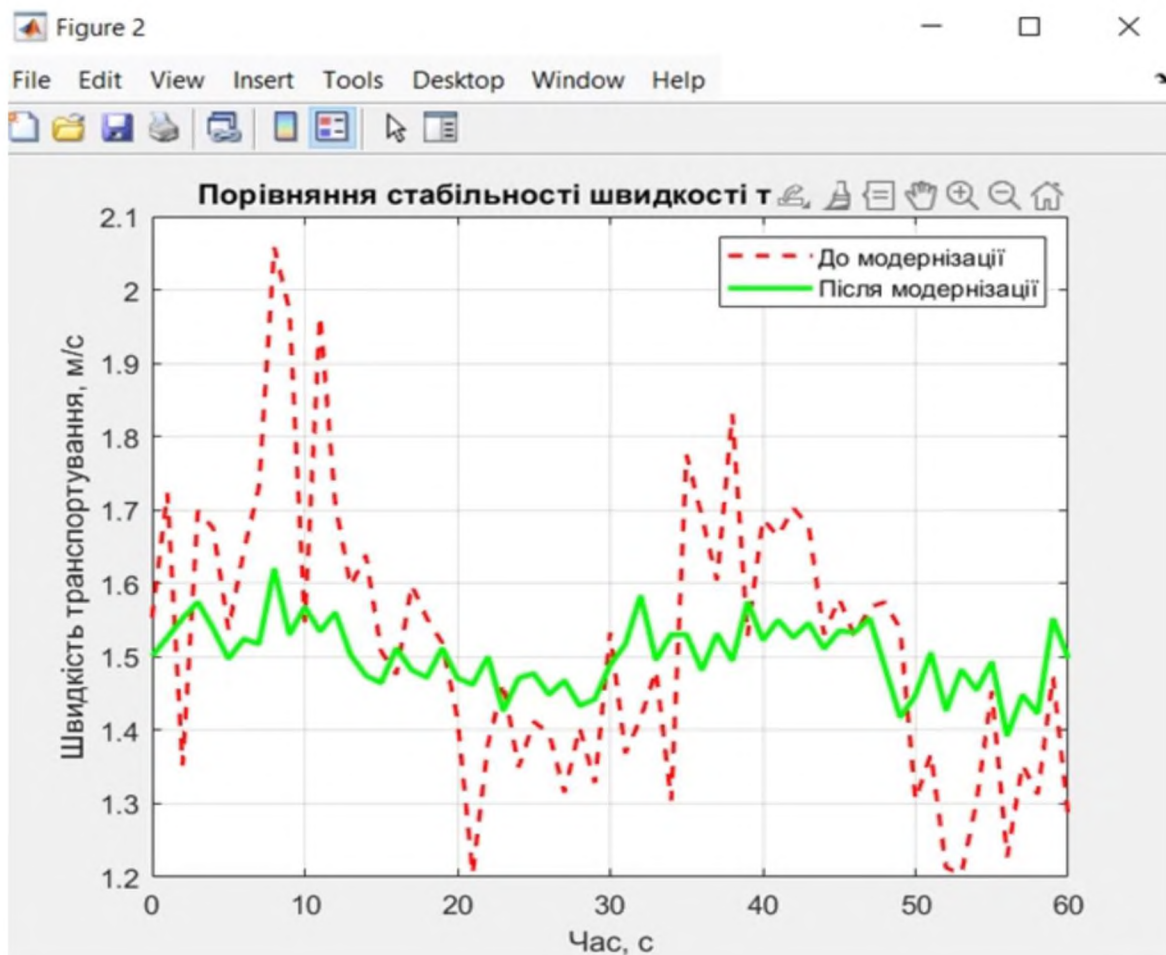


Рисунок 3 – Графік підвищення стабільності швидкості транспортування

Інтелектуальна система також може видавати сигнали попередження у разі наближення механізму до критичних режимів, а також передавати технологічні дані у SCADA або IoT-платформи для ведення предиктивної аналітики. Це дозволяє здійснювати віддалений моніторинг обладнання, прогнозувати зношування механічних компонентів і планувати технічне обслуговування за фактичним станом, що значно підвищує надійність роботи виробничої лінії [4].

Таким чином, автоматизована система керування дводвигунним електроприводом скребкового конвеєра суттєво підвищує ефективність і безпеку роботи промислового обладнання, знижує енергетичні витрати та забезпечує довготривалий ресурс механічних компонентів. У поєднанні з сучасною елементною базою та цифровими технологіями така система є перспективною