

## ВСТУП

У наші дні існує тенденція до зростання цін на енергоносії у світі, а загальна енергетична криза зумовлює зростання науково-технічних досліджень та практичного значення проблеми енергозбереження. Очевидно, що найбільшими споживачами електроенергії є електроприводи змінного струму ( у тому числі з асинхронними двигунами (АД)). При використанні у повсякденному житті енергозберігаючих систем автоматизованого асинхронного електропривода (АЕП) з високими техніко-економічними та енергетичними показниками, важливим фактором є повне використання доступних ресурсів двигуна, тобто максимально можливий обертовий момент на повному діапазоні швидкостей – як вище, так і нижче номінальної, а також можливість втілення цього у повсякденне життя. Максимізація моменту на швидкостях вище номінальної дає змогу використовувати двигуни нижчої потужності для більших швидкостей, що дозволяє економити гроші.

В останні роки електротранспорт набуває значного поширення, а його основною проблемою є запас енергії та динамічні показники. Першу проблему можна подолати двома способами: збільшення запасу батареї або зменшення споживання електроенергії. Другу проблему можна вирішити ставлячи двигуни більшої потужності або збільшуючи їх кількість. Проте можливе ще одне рішення – шляхом максимізації моменту. Тому максимізація моменту у другій зоні за рахунок формування оптимального потокозчеплення може стати значним покращенням щодо показників ефективності електромобіля та розвитку електротранспорту в майбутньому.

**Актуальність теми.** Виконаний аналітичний огляд дозволяє стверджувати, що на у наш час ще не знайшла задовільного рішення

проблема забезпечення максимального моменту в другій зоні регулювання швидкості. Також не досліджена проблема керування двигуном у другій зоні регулювання швидкості за допомогою прямого та непрямого формування кривої потокозчеплення. Отже перелічені проблемні питання відносяться до важливих та сучасних.

**Мета роботи.** Побудова, аналіз та дослідження високоякісної інтелектуальної системи векторного керування тяговим АД електромобіля з властивістю форсованого розгону та гальмування у зоні високих швидкостей за рахунок максимізації моменту двигуна.

Досягнення мети засновано на вирішенні наступних задач.

1. Здійснення аналітичного огляду систем керування тяговими двигунами сучасного електротранспорту.
2. Отримання математичного опису АЕП та формування модифікованого потокозчеплення.
3. Складання функціональної схеми та синтез відповідних регуляторів струмів, потокозчеплення та швидкості.
4. Побудова моделей САК АД та удосконалення задання кривої потокозчеплення в АД для збільшення моменту в режимах розгону та гальмування двигуна в другій зоні керування.
5. Дослідження властивостей отриманих моделей прямого та непрямого формування потокозчеплення в умовах роботи тягового приводу електротранспортного засобу.

**Об'єктом дослідження** магістерської дисертації є процеси інтелектуального керування та максимізація моменту в тягових АЕП з роботою на вищих від номінальної швидкостях двигуна.

**Предметом дослідження** є система векторного керування асинхронним приводом електротранспорту з прямим та непрямым формуванням потокозчеплення.

**Методи досліджень.** У роботі використовуються методи теорії електричних машин та електроприводу, теорії автоматичного керування, теорії нейронних мереж, теорії оптимізації, математичного та імітаційного моделювання.

**Наукова новизна** магістерської роботи полягає у тому, що:

1. Отримала подальший розвиток теорія систем оптимального керування електромеханічними об'єктами змінного струму за рахунок застосування генетичного алгоритму для формування оптимального потягозчеплення у другій зоні керування;
2. Запропонована новий метод максимізації моменту у автономних електротранспортних засобах шляхом формування оптимального потягозчеплення у другій зоні керування;
3. Отримано оригінальні результати досліджень процесів керування та зменшення часу і відстані при розгоні та гальмуванні електромобіля у зоні швидкостей вище номінальної.

**Практична цінність матеріалів роботи** полягає у тому, що:

1. Завдяки запропонованому інтелектуальному керуванню тяговим АД при русі повністю завантаженого електромобіля на швидкості більше номінальної різниця в часі при розгоні від 60 км/год до 100 км/год сягає близько 40%, а при гальмуванні від 100 км/год до 60 км/год – 19%, різниця у пройденій відстані сягає 77 м та 14 м відповідно;
2. Розроблені при написанні магістерської дисертації алгоритми та програми можуть знайти застосування у науково-дослідних роботах щодо побудови сучасних тягових АЕП електротранспорту;
3. Отримані моделі можуть бути корисними для впровадження в навчальний процес студентів.

**Особистий внесок здобувача.** Всі результати, що висвітлені у роботі, отримані у співавторстві з науковим керівником.

**Основні результати дослідження.** Система інтелектуального керування асинхронним приводом електромобіля була побудована на основі класичної системи прямого векторного керування АД, доповненої модифікованим задавачем кривої потокозчеплення. Отримано математичний опис АЕП та розраховані номінальні значення обраного двигуна. Здійснено синтез цифрових регуляторів струму статора, потокозчеплення ротора та швидкості АД. За допомогою генетичного алгоритму знайдено оптимальні значення кривої потокозчеплення на відповідних швидкостях, отриманні значення зведено до таблиць та записано у блок формування потокозчеплення в моделі прямого векторного керування АД. Побудовано комплексну математичну модель системи інтелектуального керування АД електромобіля у середовищі Matlab/Simulink та покращено блок формування потокозчеплення. Виконано порівняльні дослідження традиційного та модифікованого керування АД при русі електромобіля за межами міста. Результати отриманих дослідів показані на графіках та зведені у таблицю, з якої видно істотні переваги від впровадження запропонованих в дисертації рішень у сучасне виробництво електротранспорту. Запропоноване рішення дозволить зменшити масогабаритні показники установлюємих двигунів та зменшити кількість аварій на дорогах шляхом покращення динамічних показників транспорту.

**Апробація:** доповіді на 10-й конференції на тему «Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики».

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 2 статті [45, 46].

**Структура роботи:** магістерську дисертацію виконано на 126 сторінках, вона містить 37 рисунків, 32 таблиці, 1 додаток та графічну частину на 6 листах А1.