

## ВСТУП

На сьогодні, тенденції автоматизації всіх сфер життєдіяльності людини набирають великий темп. У зв'язку з цим, з'являється велика кількість різноманітних роботів, для полегшення домашніх робіт, таких як: прибирання, косіння, миття і т.д. Також сучасні автомобільні бренди намагаються роботизувати автомобілі, аби повністю виключити втручання людини у процес водіння. На сьогодні, уже відомі приклади застосування роботів, які не тільки справляються з домашніми роботами, але й здатні самостійно пересуватися по вулицям й доставляти різноманітні товари. Всі вони мають ресурс тільки для невеликих відстаней. Але їх використання може обмежуватись й на великі відстані, існують сучасні прототипи, які мають змогу доставляти необхідні речі швидко і на далекі відстані. Це є дуже доцільним, адже вони можуть здійснювати доставку продуктів, чи навіть ліки у віддалені селища з високою швидкістю.

**Актуальність теми.** Аналітичний огляд літературних джерел показує, що всі робомобілі для руху використовують електричні двигуни. Тому буде доречним енергоефективне використання двигуна та можливість зменшення його масогабаритних показників. Основною проблемою робомобілів, як і всіх електромобілів, є їх запас ходу та динамічні характеристики. Одним із вирішень проблеми є оптимізація моменту у зоні високих швидкостей, що дає змогу використовувати двигуни меншої потужності, а також дозволяє покращувати динамічні показники. Отже на сьогодні зазначена тематика є важливою та актуальною.

**Мета роботи.** Побудова, аналіз та дослідження системи векторного керування асинхронним двигуном робомобіля з оптимізацією моменту у зоні високих швидкостей за рахунок застосування нового алгоритму керування ослабленням поля.

Досягнення мети ґрунтується на вирішенні наступних задач.

1. Огляд сучасних алгоритмів оптимізації моменту тягових АД в зоні швидкостей вищих від номінальної.
2. Отримання математичного опису АД з урахуванням кривої намагнічування двигуна.
3. Побудова функціональної схеми САК та синтез регуляторів контурів керування потокозчепленням та швидкістю ротора двигуна.
4. Отримання за допомогою генетичного алгоритму оптимальної кривої потокозчеплення ротора.
5. Розробка удосконаленого алгоритму керування ослабленням поля АД, що матиме переваги у порівнянні з відомими рішеннями.
6. Побудова розширеної математичної моделі запропонованої системи керування АД робомобіля у середовищі Matlab/Simulink та проведення її досліджень.

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

**Предметом дослідження** є система векторного керування асинхронним приводом робомобіля з оптимізацією моменту у зоні високих швидкостей.

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

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

1. Набула розвитку теорія оптимальних систем керування електромеханічними об'єктами завдяки використанню генетичної оптимізації моменту АД у зоні високих швидкостей.
2. Запропоновано новий алгоритм керування ослабленням поля АД, що максимізує момент двигуна в режимах розгону та гальмування, а також, на відміну від аналогів, запобігає появі автоколивань у квазістатичних режимах роботи.

3. Отримано оригінальні результати досліджень процесів керування та оптимізації моменту при роботі робомобіля на вищих від номінальної швидкостях.

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

1. У запропонованій системі керування АД залежно від маси тестового робомобіля та обмеження струму статора час прискорення зменшено на 30-50%, а час гальмування - на 5-16%. Відповідно, шлях розгону скорочено на 100-380 м, а гальмівний шлях - на 10-24 м. Даний ефект підтверджує практичні перспективи отриманих в роботі результатів.
2. Завдяки максимізації моменту двигуна в швидкісному регіоні інтенсивність прискорення та гальмування збільшена, відповідно, покращені властивості динаміки робомобіля.
3. Отримані моделі можуть бути корисними для впровадження в навчальний процес кафедри АЕМС-ЕП, зокрема у дисципліну «Системи оптимального та інтелектуального керування».

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

#### **Основні результати дослідження.**

Система керування тяговим АД робомобіля була побудована на основі класичної системи векторного керування АД, доповненої підсистемою оптимізації моменту двигуна в режимі ослаблення поля. Отримано математичний опис АД з врахуванням кривої намагнічування. Здійснено синтез регуляторів струму статора, потокозчеплення ротора та швидкості АД. За допомогою генетичного алгоритму отримана оптимальна крива потокозчеплення ротора, яка занесена у відповідні пошукові таблиці. Побудовано комплексну математичну модель системи керування АД робомобіля у середовищі Matlab/Simulink та проведено її дослідження. Результати дослідів засвідчили істотні переваги запропонованих в дисертації рішень. Ці рішення дозволять зменшити масогабаритні показники

встановлюваних двигунів та зменшити кількість аварій на дорогах завдяки покращенню динамічних показників робомобілів.

**Апробація:** доповіді на 11-й конференції на тему «Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики».

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 1 стаття [37].

1. Navrotskyi S.P., Pryumak V.I. Analysis of the properties of power supplies of modern electric vehicles // IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Теорія і практика сучасної науки»" – Київ : МЦНД, 15-16 травня 2019. Збірник тез. – С. 48-49. – У друці.

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