

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРИЧНИХ ТЯГОВИХ ПРИВОДІВ: ЧАСТИНА ДРУГА - ДВИГУНИ ТА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Пересада С.М., д.т.н., професор, Рімович А.О., магістрант

НТУУ «КПІ», кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. Сучасні електричні тягові системи приводів використовують електричні двигуни для приведення в рух електричних транспортних засобів, а також складні регулюючі пристрої для керування координатами тягового двигуна та транспортного засобу. Ці принципові складові силової установки значною мірою визначають характеристики транспортного засобу в статичній та динамічній, його енергетичну ефективність [1].

Мета роботи. Визначення основних напрямів розвитку електромеханічних тягових систем в частині приводних двигунів та структур систем керування.

Матеріали дослідження. Основними типами тягових двигунів, які використовуються в транспортних засобах є: синхронні двигуни з постійними магнітами різних конструкцій, асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором, а також синхронні реактивні двигуни.

Найбільш дорогими, а також найбільш складними у серійному виготовленні є синхронні двигуни з постійними магнітами, що пояснюється значною вартістю рідкоземельних матеріалів для виготовлення постійних магнітів. Причому існує стала тенденція на попит рідкоземельних матеріалів і зростання їх ціни. Так для двигуна потужністю 80 kW вартість постійних магнітів складе біля 840\$ (53% загальної вартості).

У зв'язку з високою ціною на рідкоземельні матеріали відновився інтерес до використання у якості тягового асинхронного двигуна. Порівняно з синхронним двигуном він має майже однакові показники, але в масовому використанні може бути також перспективним за рахунок своєї дешевизни та простоти виробництва.

Синхронні реактивні двигуни (VRM – Variable Reluctance Motors, SRM – Switched Reluctance Motors) протягом багатьох десятиліть, розглядаються як перспективні для транспортних використань, головним чином через їх низьку вартість. Існує певна кількість прикладів їх впровадження в реальні транспортні засоби, але широкого розповсюдження вони не отримали [2]. Головною проблемою керування глибоко насиченими синхронними реактивними двигунами є присутність складно компенсованих пульсацій поля у повітряному зазорі, результатом чого являється акустичний шум та пульсації електромагнітного моменту. Ускладнені конструкції двигунів дозволяють знизити ці негативні ефекти, проте головна перевага двигуна, його вартість, при цьому нівелюється. Детальний огляд характеристик тягових двигунів наведено у таблиці 1 (див. посилання [1] в [2]).

Головною задачею керування в тягових електроприводах є відпрацювання заданих траєкторій моменту та керування кутовою швидкістю в режимах «круїз контролю».

Таблиця 1 Порівняння тягових двигунів

	Синхронний двигун з постійними магнітами	Асинхронний двигун	Синхронний реактивний двигун
Вартість виготовлення	Найдорожча	Середня	Дешева
Щільність енергії	Найвища	Помірна	Помірна
Питома потужність	Найвища	Помірна	Помірна
ККД	Високий	Високий	Помірний
Шум та вібрації	Малий	Малий	Значний
Складність виготовлення	Складно	Помірно	Легко

Базовою технологією керування являється поле-орієнтоване векторне керування як для синхронних, так і для асинхронних електроприводів. Різні типи оптимізації: мінімізації витрат активної потужності, максимізації співвідношення струм/момент, напруга/момент та їх комбінації розглядаються в залежності від режиму роботи. Системи з вимірюванням механічних координат, а також бездавачеві формують сучасний стандарт побудови систем векторного керування [3].

Для більшості транспортних засобів характерно керування одним тяговим двигуном за допомогою індивідуального інвертора. В транспортних засобах з декількома тяговими парами (трамваї, вагони метро), з метою зниження вартості, від одного інвертора живляться два або більше двигунів. Така система дешевша, але обмежує можливість індивідуального керування координатами двигунів, наприклад, вирівнювання тягових моментів двигунів [4]. Питання доведення ефективності систем з різними типами живлення, особливо в спеціальних режимах руху, наприклад, ковзання, юзу вимагають спеціальних досліджень.

Висновки: Тягові електроприводи сформували окремий клас електромеханічних систем, який стрімко розвивається з використанням останніх технологій напівпровідників, матеріалів, керуючої техніки та технологій керування. Значна частина досліджень відноситься до області керування координатами електромеханічного перетворювача та транспортного засобу, де загальнотеоретичних визнаних рішень ще не сформовано.

Список літератури

1. Пересада С.М., «Перспективи розвитку електричних тягових приводів: частина перша – силова електроніка» / Пересада С.М., Рімович А.О. // Збірник доп. міжнар. н.-т. конф. молодих уч., асп. і студ. «Сучасні проблеми електроенерготехніки та автоматики». – Київ : «Політехніка», 2014 – прийнята до друку – 2014 р.
2. L. Kolomeitsev Control of a Linear Switched Reluctance Motor as a Propulsion System for Autonomous Railway Vehicles / L. Kolomeitsev, D.Kraynov, S. Pakhomin // 2008 13th International Power Electronics and Motion Control Conference – 2008
3. P. Vas Sensorless Vector and Direct Torque Control / P. Vas // Oxford University Press – 1998
4. José A. Lozano « Railway Traction» / José A. Lozano, Jesús Félez, Juan de Dios Sanz and José M. Mera // IEEE Trans. on Circ. Systems – 2012