

ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЕНЕРГІЇ У МАГНІТНІЙ КОНЦЕНТРИЧНІЙ ПЕРЕДАЧІ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЇЇ БУДОВИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ У ГІБРИДНОМУ ЕЛЕКТРОМОБІЛІ

Нечаус Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент каф. АЕ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nechaus@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8833-0802

Апальков Станіслав Олександрович, студент,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: apalkovstas2000@gmail.com

Перевагами магнітних передач та розподілу механічної енергії, на відміну від механічних аналогів, є відсутність тертя між суміжними елементами, що підвищує надійність передачі, зменшує її шум та вібрації, які виникають при роботі, зменшує потребу у технічному обслуговуванні. Цікавість дослідників до подібного пристрою підтверджується наявністю значної кількості публікацій, наприклад, [1-5], що також говорить про його недосконалість та перспективи вдосконалення.

Використання магнітної передачі у складі силової установки гібридного електромобіля є цілком доцільним, оскільки у ньому виконується порівняно велика кількість процесів перетворення енергії, починаючи з механічної енергії двигуна внутрішнього згорання, яка може передаватися до ведучих коліс автомобіля та до зарядного генератора тягової акумуляторної батареї, і закінчуючи живленням тягового електричного двигуна.

Один з варіантів будови магнітної передачі наведено на рис. 1.

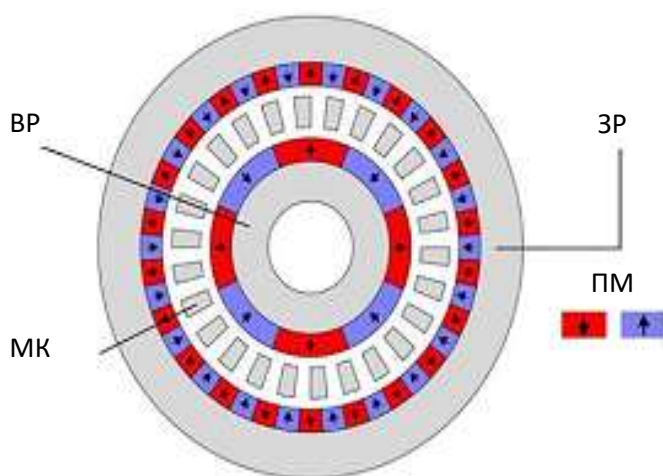


Рисунок 1 – Один з варіантів будови магнітної передачі

Основними елементами є: ЗР – зовнішній ротор, ВР – внутрішній ротор та МК – модулююче кільце. Хоча, залежно від режиму роботи магнітної

передачі обертовою або нерухомою частиною може будь-яка з перелічених. Також, обов'язковими складовими цієї передачі є збірки постійних магнітів (ПМ), які виготовлені з рідкоземельних матеріалів, що і визначають енергетичну ефективність магнітних передач на теперішньому етапі розвитку техніки та технологій.

Більш складні варіанти побудови магнітних передач можуть мати більшу кількість складових частин, в тому числі, які містять обмотки, перетворюючи магнітну передачу на суміщену електричну машину з декількома роторами та статорами, які належать різним електричним машинам, здатним працювати у оборотних режимах.

Зважаючи на застосування високовартісних постійних магнітів та складність будови яка прямо впливає та технологічність магнітної передачі, слід визначити техніко-економічну ефективність даного пристрою, яка своєю чергою залежить від його коефіцієнту корисної дії.

Методика визначення втрат у магнітній передачі докладно описана у [2]. Взагалі втрати мають три складові, відповідно до складових передачі – втрати у магнітопроводі ротора, втрати у модулюючому кільці та втрати у постійних магнітах. В процесі роботи магнітної передачі зміни магнітного потоку у зубцях аналогічні змінам у синхронній електричній машині, однак, якщо для синхронної машини втратами у магнітопроводі можна знехтувати через наявність одного основного потоку, у магнітній передачі їх потрібно враховувати, оскільки наявність декількох потоків призводить до значних втрат. Взаємодія постійних магнітів з магнітною системою також призводить до значних вихрових струмів.

Як впливає з аналізу рівнянь визначення втрат у магнітній передачі, зменшення їх досягається зменшенням полюсного кроку постійних магнітів та збільшенням передаточного числа. При цьому неминучі зміни геометрії магнітопроводів через зміну взаємних зв'язків магнітних потоків.

Висновки

Розглянуто методику визначення втрат енергії у магнітній концентричній передачі. Запропоновано конструктивні рішення, які дозволяють оптимізувати коефіцієнт корисної дії магнітної передачі при її роботі у складі силової установки гібридного електромобіля. У всякому разі, розробка магнітної передачі потребує глибокого аналізу вихідних даних.

Література

1. Yan, Bo & Li, Xianglin & Wang, Xiuhe & Yang, Yubo. (2023). A review on the field-modulated magnetic gears: Development status, potential applications, and existent challenges. IET Electric Power Applications. 18. 10.1049/elp2.12365.

2. Nguyen, Manh-Dung & Jung, Woo-Sung & Hoang, Duy Tinh & Kim, Yong-Joo & Shin, Kyung-Hun & Choi, Jang-Young. (2024). Fast Analysis and Optimization of a Magnetic Gear Based on Subdomain Modeling. *Mathematics*. 12. 2922. 10.3390/math12182922.

3. Halim, Mohd & Rahman, Azhan & Yahaya, Michael & Sulaiman, Erwan. (2024). Hybrid-excited magnetic gear topology for improved gear efficiency at increasing rotor speed. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS)*. 15. 91. 10.11591/ijpeds.v15.i1.pp 91-97.

4. Song, Hangeol & Hur, Hungwoo & Jeong, Seokhwan. (2024). Coaxial Magnetic Gear-Based Tool-Changing System. *IEEE Access*. 10.1109/ACCESS.2024.3372861.

5. Chaojun, Yang & Wondimu, Amberbir & Lixiang, Gu & Yutang, Qi. (2024). Performance evaluation of newly developed slotted modulator of co-axial magnetic gears: A critical review. 10.56042/ijems,v3i1i4.2596.

ВИБІР МЕТОДУ КЕРУВАННЯ СИНХРОННОГО РЕАКТИВНОГО ДВИГУНА У СКЛАДІ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ

Нечаус Андрій Олександрович, канд. техн. наук, доцент каф. АЕ,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
e-mail: nechaus@ukr.net, ORCID: 0000-0001-8833-0802

Ахмедов Руслан Байрамович, студент, Харківський національний
автомобільно-дорожній університет, e-mail: ruslan.ahmedov322@gmail.com

Синхронний реактивний електричний двигун у закордонній класифікації (SynRM) отримав досить велике поширення у силових установках електромобілів завдяки своїй надійній конструкції та високим технічним характеристикам, які поступаються лише характеристикам електричних двигунів з постійними магнітами на основі рідкоземельних елементів.

На відміну від них, SynRM може бути побудований взагалі без використання постійних магнітів, що знижує його вартість та позбавляє деяких технічних проблем пов'язаних з обмеженнями щодо температурних та механічних умов роботи двигуна.

В той же час, SynRM має і власні недоліки, які обумовлюють дослідження щодо вдосконалення його будови, а також вдосконалення системи його керування. У роботах [1, 2] наведено узагальнений аналіз щодо методів керування SynRM, на рис. 1 наведено один з варіантів їх класифікації.