

- автоматизувати контроль освітлення залежно від присутності людей і природного освітлення;
- забезпечити комфорт користувачам внаслідок стабільного рівня освітлення;
- підвищити безпеку в будівлях і на прилеглих територіях;
- оптимізувати витрати на експлуатацію та обслуговування систем освітлення.

Інтелектуальні системи можуть працювати за декількома алгоритмами:

- за розкладом;
- на основі даних сенсорів (рух, присутність);
- адаптивно – з навчанням моделей споживання;
- з урахуванням рівня зовнішньої освітленості [1].

Інноваційним підходом є застосування систем, що самонавчаються (machine learning), які можуть коригувати параметри освітлення залежно від змін у режимах використання приміщення.

Серед основних викликів та бар'єрів для масового впровадження ІСО залишаються:

- високі початкові витрати на обладнання та монтаж;
- відсутність достатньої кількості фахівців для проєктування та обслуговування систем;
- інерційність управлінців та забудовників;
- складнощі інтеграції з наявною інфраструктурою.

Однак зменшення вартості технологій, розвиток відкритих протоколів та підтримка державних і міжнародних програм енергоефективності сприяють активному розвитку цього напрямку. Зокрема, за даними досліджень Bloomberg NEF, до 2030 року ринок інтелектуального освітлення зросте втричі.

Інтелектуальні системи освітлення є ключовим елементом сучасної енергоефективної інфраструктури будівель. Їх впровадження не лише дозволяє досягти значної економії енергоресурсів, а й забезпечує комфортні, безпечні умови перебування людей. Враховуючи тенденції диджиталізації та впровадження «розумних» технологій, ІСО мають стати стандартом у проєктуванні нових та модернізації наявних будівель.

Список використаних джерел

1. Кислиця Д., Басова Ю., Кислиця С., Кожушко, Р., Захарченко С. Системи автоматичного керування освітленням – ефективний шлях економії електроенергії та підвищення якості освітлення. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.4.031>
2. Друбецька Т., Мітяєв Д. Дослідження методів освітлення та розробка рекомендацій по їх покращенню. DOI: <https://doi.org/10.20535/1813-5420.1.2023.276070>
3. Philips CityTouch – <https://www.signify.com/global/sustainability>
4. EU Smart Cities Marketplace – <https://smart-cities-marketplace.ec.europa.eu/>

УДК 629.429.3:621.313

ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ШЛЯХОМ ЗМІНИ КІЛЬКОСТІ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ, ЩО ПРАЦЮЮТЬ

Прядко Олександр Валерійович,
аспірант

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова
E-mail: alexandrpriad@gmail.com

Тяговий привід електровозів зазвичай є багатомоторною системою. Така конфігурація виникає через обмежене зчеплення між колесами та рейками, що вимагає збільшення кількості приводних осей для досягнення необхідної сили тяги. Повноосьова тяга є важливою під час розгону, руху на крутих підйомах та в режимах інтенсивного електродинамічного гальмування. Однак на відносно рівних ділянках колії використання всіх осей для тяги стає надмірним. За таких умов тягові двигуни працюють з частковим навантаженням, що пов'язано зі зниженням їхнього ККД. В результаті збільшується споживання енергії від джерела живлення.

Ефективним способом зниження споживання енергії в таких електроприводах є розподіл навантаження між електродвигунами. Вітчизняні дослідження з оптимізації споживання енергії багатомоторними електроприводами залізничного рухомого складу представлені в роботах [1], які теоретично показують доцільність відключення тягових електродвигунів під час руху вантажних електровозів з маломасовими поїздами. Серед зарубіжних досліджень можна виділити роботу [2], в якій оптимізовано режими навантаження та запропоновано структуру тягового електроприводу для залізничного транспорту. Багато досліджень з оптимізації споживання енергії присвячені колісним електротранспортним засобам з багатомоторними тяговими електроприводами [3].

Енергооптимальний рух передбачає розробку траєкторій руху поїздів на ділянці, де споживання енергії найнижче. Найвища ефективність тягового приводу електровозів реалізується в режимах, близьких до номінальних режимів роботи тягових двигунів. Однак, коли поїзд рухається з частковим навантаженням, або на ділянках з низьким опором руху, тяговий привід працює в режимах часткового навантаження. Рациональним способом зниження споживання енергії в режимах часткового навантаження є розподіл навантаження між електродвигунами.

Як наголошуватися в роботі [4] питання про доцільність часткового відключення тягових двигунів завжди слід розділяти на дві частини – дослідницьку та організаційну: спочатку необхідно встановити можливість економії електроенергії, а потім з урахуванням конкретних умов керування поїздами прийняти рішення про використання цього способу. Причому розрахункова економія електроенергії потребує підтвердження досвідченими поїздками, оскільки метод її розрахунку базується на низці припущень. Останні поряд зі спрощенням розв'язання задачі можуть призводити до деякого спотворення результатів (допущення про сталість напруги живлення, не врахування розкиду характеристик тягових двигунів і діаметрів рушійних коліс, розкиду значень питомого опору руху та деякі інші), вплив яких в роботі [4] не враховується. У роботі [5] зазначається, що за схеми з можливістю відключення тягових двигунів форма тягового струму електровоза покращується. Має менш імпульсний коливальний характер і більш рівномірний проти формою струму за нормальної схемою регулювання, тобто. вирівнюється тягове навантаження. Необхідно відзначити, що час ходу поїзда не змінився, оскільки додаткові схеми не виключають основну, а лише доповнюють її та використовуються за необхідності. Додаткові характеристики дозволяють не переходити часто з тяги на вибіг при перевищенні сили тяги над опором руху, оскільки дозволяють підібрати силу тяги з меншим відхиленням від сили опору руху і працювати в тязі, споживаючи рівномірно менші струми. Прийняті у роботі [5] припущення не враховувалося збільшення втрат у двигунах, що залишилися в роботі, тому реальна величина ККД тягових двигунів буде дещо нижчою. Однак необхідно помітити, що головне зниження втрат від зменшення надмірної потужності тягового засобу очікується не в самому тяговому засобі, а в тяговій мережі, оскільки зниження витрати електроенергії на тягу.

Відключення частини тягових двигунів має також своєю перевагою можливість переходу з однієї групи працюючих двигунів, у яких температура близька до максимально допустимої, на іншу групу двигунів, до цього відключених (холодних), що знижує температуру обмоток та підвищує ККД електровоза.

Найпростішим методом є відключення частини електродвигунів. Цей метод керування був розроблений для існуючого рухомого складу з колекторними електродвигунами та

передбачає відключення електродвигунів однієї секції електровоза під час руху поїздів по легкому профілі. На рухомому складі, обладнаному тяговим електроприводом на основі електродвигунів змінного струму, зокрема асинхронних, можливе індивідуальне або повізкове відключення електродвигунів, оскільки їх живлення та керування здійснюється від індивідуальних або повізкове напівпровідникових перетворювачів відповідно. Такий привід може змінювати кількість тягових двигунів, що входять до системи електричної тяги, безпосередньо під час руху. Важливим питанням під час керування електровозами, оснащеними системою зупинки тягового двигуна, є робота допоміжної системи примусового охолодження тягових двигунів. Така система повинна забезпечувати контроль теплових процесів у тягових двигунах, гарантуючи мінімізацію витрат енергії на тягу та охолодження. Таким чином, дослідження цих енергозберігаючих технологій при застосуванні до тягового електрорухомого складу залізниць є актуальним науковим та практичним завданням.

Список використаних джерел

1. Кондратьєва Л. Ю., Овер'янова Л. В., Рябов Є. С., Гулак С. О. Зниження споживання енергії у багатодвигунному тяговому електроприводі // Проблеми електроенергетики, електротехніки та електромеханіки [Електронне видання] : тези доповідей XXVII Міжнародного симпозиуму SIEMA'2024, 24–25 жовтня 2024 р. / уклад. О. Г. Серєда [та ін.]. – Харків : НТУ «ХПІ», 2024. – 80 с.
2. Pirouz H. M. A new multi-motor traction drive for rail vehicles with on-board braking energy saver // 2020 11th Power Electronics, Drive Systems, and Technologies Conference (PEDSTC), 2020. – P. 1–6. – DOI: 10.1109/PEDSTC49159.2020.9088435.
3. Wu J., Liang J., Ruan J., Zhang N., Walker P. D. Efficiency comparison of electric vehicles powertrains with dual motor and single motor input // Mechanism and Machine Theory. – 2018. – Vol. 128. – P. 569–585. – DOI: 10.1016/j.mechmachtheory.2018.07.003.
4. Саблін О. І., Артемчук В. В. Зниження надмірної потужності тягового засобу у процесі руху // Східноєвропейський журнал передових технологій. - 2012. - Т. 6 № 8(60). - С. 34–38.
5. Гетьман Г. К., Васильєв В. Є. Про можливість зниження витрати електроенергії на тягу кар'єрних поїздів за рахунок часткового відключення частини тягових двигунів // Електрифікація транспорту. - 2015. - Вип. 10. - С. 49–58.

УДК 621.314

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ НА ОСНОВІ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Лукашова Наталя Павлівна,
кандидат технічних наук, доцент
Кравченко Олексій Володимирович,
здобувач,

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

E-mail: lukaschova.natalya@gmail.com

У світі вже існують успішні проекти використання сонячних панелей на електротранспорті. Наприклад, у Німеччині, Китаї та Австралії використовуються сонячні трамваї та автобуси. В Україні також є пілотні проекти, зокрема, використання сонячних панелей на зупинках громадського транспорту та на дахах тролейбусів. Перспективи використання сонячних панелей на електротранспорті в Україні залежать від розвитку технологій та державної підтримки [1].