

ВІДГУК

офіційного опонента

Афанасова Андрія Михайловича

на дисертаційну роботу Кондратьєвої Лілії Юріївни

«Енергоефективне керування тяговим електроприводом кар'єрного локомотива з комбінованою енергетичною установкою»,

представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Актуальність теми

Стабільний розвиток гірничодобувної галузі вимагає оновлення основних фондів, впровадження сучасних енергоощадних технологій та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище, що є особливо важливим в умовах переходу до «зеленої сталі».

В Україні практично весь видобуток залізної руди на гірничо-збагачувальних комбінатах здійснюється у відкритий спосіб. На сьогодні для перевезення гірської маси використовується застарілий тяговий рухомий склад, що приводить до зростання витрат на паливно-енергетичні ресурси, здорожує технічне обслуговування і ремонт рухомого складу, знижує загальну економічну ефективність перевезень. Тому оновлення тягового рухомого складу кар'єрного залізничного транспорту є важливим напрямом для підвищення конкурентоспроможності продукції гірничодобувних підприємств та забезпечення умов кліматично нейтрального виробництва. Це можливе при застосуванні сучасного енергоефективного обладнання та впровадження технологій енергозбереження. Враховуючи сказане вище, дисертаційна робота Кондратьєвої Л.Ю., що спрямована на вирішення науково-практичної задачі підвищення енергоефективності тягового електроприводу кар'єрного локомотива з комбінованою енергетичною установкою, є актуальною.

У дисертаційній роботі поставлена науково-технічна задача підвищення енергоефективності тягового електроприводу кар'єрного локомотива з комбінованою енергетичною установкою шляхом впровадження оптимального

керування багатодвигунним тяговим електроприводом, використання бортових накопичувачів енергії та раціональних режимів руху на маршруті.

Тема дисертації пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт кафедри «Електричний транспорт та тепловозобудування» НТУ «ХП». Здобувачка в період з 01.01.2022 р. по 31.12.2023 р. під науковим керівництвом к.т.н., с.н.с., доц. Є.С.Рябова брала участь в якості виконавця у науково-дослідній роботі «Підвищення енергоефективності електрорухомого складу залізничного транспорту» (ДР №0122U201673). Також здобувачка брала участь в роботах за договорами про наукове співробітництво з ТОВ «Миколаївський тепловозоремонтний завод» (м. Миколаїв), де була виконавицею окремих етапів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Методологічною основою дисертації є загальні теоретичні положення і принципи системного підходу теоретичної електротехніки, теорії електричних машин та перетворювачів, теорії електричної тяги та теорії прийняття рішень. Наукові положення, висновки та рекомендації, наведені в дисертаційній роботі Кондратьєвої Л.Ю., обґрунтовані в достатній мірі. Ця обґрунтованість базується на використанні положень теорії тяги поїздів для вирішення тягових задач на основі диференціальних рівнянь руху поїзду, балансу потужності для дослідження процесів енергетичного обміну у тяговій системі, методів розрахунку показників та характеристик електромеханічних перетворювачів, теорії оптимізації та методів математичного аналізу з використанням ліцензійного програмного забезпечення.

Дослідження виконані з використанням коректного математичного апарату та сучасного комп'ютерного моделювання. Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі, підтверджуються результатами теоретичних досліджень, отриманих шляхом відповідних аналітичних розрахунків та чисельного моделювання.

Достовірність результатів досліджень

Достовірність отриманих в дисертаційній роботі результатів визначається коректністю прийнятих припущень, забезпечується використанням у теоретичних

дослідженнях відомих методів аналізу, а у розрахунках – ліцензійного програмного забезпечення. Результати теоретичних досліджень дисертації підтверджено експериментально та під час реального проєктування перспективного локомотиву для кар'єрного залізничного транспорту.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

– вперше запропоновано створення кар'єрного електровозу з комбінованою енергетичною установкою, що містить бортовий накопичувача енергії, та проведено визначення його параметрів;

– вперше запропоновано спосіб керування для підвищення енергоефективності багатодвигунного тягового електроприводу кар'єрного електровозу, який передбачає відключення частини тягових асинхронних електродвигунів у режимах з частковим навантаженням, що забезпечує зменшення споживання енергії;

– вперше досліджено вплив бортового накопичувача енергії у складі комбінованої енергетичної установки кар'єрного електровозу на споживання енергії, запропоновано спосіб визначення параметрів накопичувача енергії з умови обмеження потужності, яка споживається з тягової мережі, проведено оптимізацію накопичувача енергії за масо-габаритними і вартісними показниками;

– вперше визначено шматково-лінійну функцію траєкторії управління руху поїзду шляхом вирішення задачі умовної оптимізації за критерієм енерговитрат для кар'єрного електровозу, вперше з метою зниження порядку моделі запропоновано провести спрямлення профілю шляху та викреслити з розрахунку ділянку зупиночного пневматичного гальмування, що надає можливості зменшити порядок моделі без спрощення факторів, які визначають.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання

Практична цінність полягає у використанні результатів досліджень на ТОВ «Миколаївський тепловозоремонтний завод» (м. Миколаїв), яке є профільним підприємством з ремонту та модернізації тягового рухомого складу, а також в Національному технічному університеті «Харківський політехнічний інститут»

шляхом впровадження в навчальний процес кафедри «Електричний транспорт та тепловозобудування».

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях

Основні наукові положення та результати дисертації в достатній мірі знайшли відображення в опублікованих 17 наукових працях, серед яких:

- 3 статті у наукових фахових виданнях України;
- 3 статті у міжнародній наукометричній базі Scopus;
- 11 тез у матеріалах міжнародних науково-технічних конференцій.

Участь здобувачки у роботах, що опубліковані у співавторстві, зазначена у дисертаційній роботі. Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. № 44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Кондратьєвої Л.Ю. складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, двох додатків.

У вступі наведено обґрунтування теми наукового дослідження, показано зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету і завдання дослідження, обрано методи дослідження. Крім того, у вступі наведено наукову новизну отриманих результатів, практичне значення отриманих результатів, особистий внесок здобувача, відомості про апробацію матеріалів дисертації, перелік публікацій, надано інформацію щодо структури та обсягу дисертації.

У першому розділі проведено огляд електрорухомого складу, який використовується на гірничодобувних підприємствах, виконано аналіз його характеристик та задач, які реально потребують вирішення на виробництві, проаналізовано та визначено напрями удосконалення існуючого тягового рухомого складу. Визначено параметри перспективного електровозу для кар'єрних залізниць та шляхи забезпечення його високої енергетичної ефективності при експлуатації, обрано напрями досліджень та сформульовані основні задачі дисертаційної роботи.

У другому розділі досліджено режими роботи тягового електроприводу електровоза та обґрунтовано можливість зменшення споживання енергії шляхом відключення тягових асинхронних електродвигунів при частковому навантаженні. Запропоновано спосіб визначення кількості працюючих електродвигунів, який забезпечує зменшення споживання енергії на тягу. Розроблено та виконано моделювання руху поїзду для різних випадків керування при русі навантаженого та порожнього поїзду, а також при маневруванні під час навантаження та розвантаження.

У третьому розділі досліджені умови застосування бортової системи накопичення енергії, які забезпечують загальне зменшення споживання електроенергії на тягу. Запропоновано модель для розрахунку загальних витрат енергії на тягу для режимів руху з використанням рекуперації та акумуляування електроенергії у бортовому накопичувачі. Обґрунтовано доцільність використання бортового накопичувача електроенергії для компенсації потужності при обмеженнях споживання струму з контактної мережі.

Розглянуто варіант використання накопичувача енергії у бустерній секції. Проведено оптимізаційні розрахунки за цільовими функціями, які враховують масу, об'єм, вартість елементів та вартість електроенергії у елементі. В якості альтернатив накопичувача розглянуто літій-залізо-фосфатні та літій-титанатні комірки, а також суперконденсатори. Показано, що доцільним є застосування накопичувача на основі літій-титанатних комірок.

У четвертому розділі досліджено зменшення витрат електроенергії на тягу за рахунок оптимізації режимів руху поїзду на ділянці кар'єрної колії при вантажному напіврейсі шляхом вирішення задачі умовної оптимізації за критерієм мінімуму споживання енергії з проміжного контуру.

У висновках наведено основні результати роботи щодо вирішення поставлених наукових задач. У додатках наведено список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації, а також акти впровадження наукових результатів, які отримані в дисертації.

Висновки до окремих розділів та загальні висновки дисертації сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи. Список використаних джерел із 139 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації за

тематикою дисертації. Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження

1. У першому розділі було б доречно навести дані, які характеризують поточний стан локомотивного парку промислового транспорту кар'єрних залізниць (наявність локомотивів, показники споживання електроенергії, показники відмов тощо) та цільові показники, які мають бути забезпечені при використанні нового тягового рухомого складу.

2. У другому розділі запропоновано і обґрунтовано відключення частини тягових електродвигунів як спосіб зменшення витрат електроенергії на тягу, проте не вказаний спосіб практичної реалізації цього підходу.

3. Оскільки частина дисертаційного дослідження присвячена застосуванню бортових накопичувачів, було б доцільно проаналізувати існуючі варіанти електроприводів електрорухомого складу, який обладнано бортовими накопичувачами енергії, а також вказати стратегічні напрямки розвитку таких систем.

4. У третьому розділі проводиться оптимізація структури системи накопичення енергії шляхом використання елементів різних типів, однак не наведено достатньо переконливого обґрунтування повного типового ряду самих елементів, для яких проводилися розрахунки.

5. У четвертому розділі було б доцільно навести математичну модель руху поїзду, яка використовувалася для оптимізаційних задач, також було б доцільним навести блок-схему, за допомогою якої проводилися відповідні розрахунки.

6. В тексті дисертаційної роботи є ряд пунктуаційних, граматичних та

стилістичних помилок.

Вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної наукової роботи. Дисертаційна робота є актуальною і своєчасною, має високу наукову цінність та практичну значущість.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Кондратьєвої Лілії Юріївни «Енергоефективне керування тяговим електроприводом кар'єрного локомотива з комбінованою енергетичною установкою» за своїм змістом відповідає спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, яка полягає у підвищенні енергоефективності тягового електроприводу кар'єрного локомотива з комбінованою енергетичною установкою.

Подана дисертаційна робота «Енергоефективне керування тяговим електроприводом кар'єрного локомотива з комбінованою енергетичною установкою» Кондратьєвої Л.Ю. відповідає спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувачка Кондратьєва Лілія Юріївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка.

Офіційний опонент

Завідувач кафедри електрорухомого складу
залізниць Українського державного
університету науки і технологій,
д.т.н., професор

Афанасов
Андрій АФАНАСОВ

Лілія Арханасова
засвідоую Т.В.О. вченої
секретар
УДГУ

05.08.25



Пройдан Ю.С.