РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію **«Підвищення ефективності роботи зарядної інфраструктури електричних автотранспортних засобів»**, здобувача **Сохіна Павла Андрійовича,** подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – «Транспорт», за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт».

Актуальність теми визначається тим, що у сучасному світі спостерігається стрімке зростання популярності електричних автомобілів як ключового рішення для зниження залежності від вуглеводнів та зменшення викидів CO_2 в атмосферу. Однак успішне впровадження електричних автотранспортних засобів значною мірою залежить від наявності ефективної та надійної зарядної інфраструктури. З цієї причини підвищення ефективності роботи зарядної інфраструктури стає актуальним науково-технічним завданням сьогодення.

Перш за все, зростає кількість власників електричних автомобілів, що потребують доступу до зарядної інфраструктури як у міських, так і в пригородних районах. Недостатня кількість зарядних станцій або їх несправність можуть суттєво обмежити ринок електромобілів та спричинити негативний досвід користувачів, що може призвести до втрати інтересу до переходу на електричний транспорт.

По-друге, ефективна зарядна інфраструктура є ключовим чинником у забезпеченні зручності та комфорту користувачів. Швидкісне заряджання, доступ до мережі зарядних станцій у відповідний час та місце є критичними аспектами для успішного прийняття та поширення електромобілів серед населення. Крім того, оптимізація зарядної інфраструктури сприятиме зменшенню навантаження на електричні мережі та ефективнішому використанню електроенергії, що є важливим в контексті сталого розвитку та енергоефективності.

Підвищення ефективності роботи зарядної інфраструктури електричних автотранспортних засобів є критичним завданням для подальшого розвитку ринку електромобілів і впровадження зелених технологій. Це вимагає комплексного підходу, включаючи модернізацію і розширення мережі зарядних станцій, вдосконалення технологій швидкісного заряджання, а також впровадження систем управління зарядною інфраструктурою для забезпечення оптимального використання ресурсів.

Метою дисертаційної роботи є підвищення енергоефективності та екологічної чистоти автотранспортних засобів та їх зарядної інфраструктури шляхом розробки пристроїв і систем енергозбереження та генерації електроенергії з використанням альтернативних поновлюваних джерел енергії.

Вирішено наступні задачі для досягнення поставленої мети:

1) виконано теоретичні дослідження тенденцій розвитку сучасного енергоефективного автомобільного транспорту;

2) проведено дослідження щодо принципу дії та особливостей конструкції пристроїв та системи генерації електричної енергії для електричного автомобільного транспорту та його зарядної інфраструктури;

3) виконано розробку та провести практичне дослідження енергогенеруючої плити для електричного автомобільного транспорту та його зарядної інфраструктури;

4) виконано розробку та дослідити роботу автономних джерел живлення для електричного автомобільного транспорту та його зарядної інфраструктури, запропонувати спосіб активного балансування при заряді-розряді Li-ion АКБ.

Об’єктом дослідження є процес перетворення різних видів енергії в електричну для електричного автомобільного транспорту та його зарядної інфраструктури.

Предметом дослідження є підвищення ефективності роботи зарядної інфраструктури електричних автотранспортних засобів.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, результатів і висновків дисертації забезпечені створенням науково-методичної бази для вирішення науково-практичних завдань з енергозбереження та застосування енергоефективних технологій на електричному автомобільному транспорті та його зарядній інфраструктурі шляхом інтеграції в електричну систему поновлювальних автономних джерел електроживлення та ефективного розподілу в ній балансу потужності. Дисертація має практичне значення, оскільки результати проведених досліджень надають суб'єктам ринку, нові, прогресивні та ефективні методи щодо енергозбереження та генерації електричної енергії.

Наукова новизна полягає в створенні наукової та методичної бази щодо вирішенню науково-практичного завдання з енергозбереження та застосування енергоефективних технологій на електричному автомобільному транспорті та його зарядній інфраструктурі

В дисертаційній роботі отримано вперше:

1) розроблено науково-практичні методи енергозбереження та застосування енергоефективних технологій на електричному автомобільному транспорті та його зарядній інфраструктурі;

2) розроблено метод визначення енергетичного балансу потужності, що враховує різні режими роботи автономного джерела живлення для електричного автомобільного транспорту та його зарядної інфраструктури.

Удосконалено:

1) методи побудови систем енергозбереження та генерації електричної енергії на електричному автомобільному транспорті та його зарядній інфраструктурі.

Набув подальшого розвитку:

1) метод активного балансування Li-ion акумуляторних батарей під час їх заряду та розряду, що забезпечує заряд у два етапи, як від загального, так і від індивідуального джерела зарядного струму.

Основні наукові положення дисертаційної роботи використані:

– у навчальному процесі ХНАДУ при підготовці бакалаврів та магістрів за освітньо-професійними програмами «Електромобілі та автомобільна електроніка» та «Електромобілі та енергозберігаючі технології»;

– у діяльність компанії «Elcars» використовуються науково-практичні методи енергозбереження та застосування енергоефективних технологій на електричному автомобільному транспорті та його зарядній інфраструктурі та метод активного балансування Li-ion акумуляторних батарей під час їх заряду та розряду;

– у ТОВ «АРТСІТІ» методи побудови систем енергозбереження та генерації електричної енергії на електричному автомобільному транспорті та його зарядній інфраструктурі;

– у ТОВ «АКУТЕК» методи побудови систем енергозбереження та генерації електричної енергії на електричному автомобільному транспорті та його зарядній інфраструктурі, а також метод активного балансування Li-ion акумуляторних батарей під час їх заряду та розряду

Теоретичну основу дослідження складають наступні положення.

Сучасні математичні методи розв’язання диференційних рівнянь та статистичної обробки даних, основні положення теоретичних основ електротехніки, теорії електроприводу та електричних машин. Експериментальні дослідження реалізовано з використанням діагностично-вимірювального комплексу, адаптованого для визначення основних електричних характеристик пристроїв та системи генерації електричної енергії для автомобільного транспорту та його зарядної інфраструктури. Для визначення ефективної працездатності функціональних систем автономного джерела живлення та пристроїв і системи генерації електричної енергії застосовано методи натурних випробувань.

Зміст роботи відповідає назві дисертації і спеціальності 274 – «Автомобільний транспорт».

Анотація повністю відповідає змісту дисертації.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному.

Робота має теоретичне та практичне значення, оскільки результати проведених досліджень формують основи науково-практичного напрямку енергозбереження та застосування енергоефективних технологій на електричному транспорті та його зарядній інфраструктурі. Практична цінність отриманих результатів полягає у наданні суб'єктам ринку, нових, прогресивних та ефективних методів щодо енергозбереження та генерації електричної енергії, зокрема, розроблену та ефективно діючу систему генерації електричної енергії, яка може бути використана як малопотужне децентралізоване поновлювальне джерело електроживлення. Також, запропоновано та розроблено декілька

варіантів автономного джерела живлення для електричних АТЗ та їх зарядної інфраструктурі, яке може отримувати енергію від фотоелектричних модулів. Запропоновані в роботі розрахункові співвідношення можуть бути використані при визначенні електрорушійної сили в зарядному контурі систем живлення електромобілів.

Основні положення і результати теоретичних та експериментальних досліджень доповідалися, обговорювалися і отримали позитивну оцінку на національних та міжнародних науково-технічних конференціях та повністю **опубліковані у фахових виданнях та виданнях, що входять до міжнародних науковометричних баз даних:**

1. Panchenko, A., Smyrnov, O., Nechaus, A., Trunova, I., Borysenko, A., Sokhin, P., & Bagach, R. (2021). Establishing patterns in the compatible electromagnetic and electromechanical transition processes when the starter is powered by a supercapacitor. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(5), 111, p.19–25, DOI:10.15587/1729-4061.2021.232423 (Scopus, Quartiles – Q2).
2. Hnatov A.V., Arhun S.V., Hnatova H.A., & Sokhin P.A. (2021). Technical and economic calculation of a solar-powered charging station for electric vehicles. Automobile Transport, (49), 71-78. DOI: 10.30977/AT.2019-8342.2021.49.0.05;
3. Гнатов А. В., Аргун Щ. В., Гнатова Г. А., & Сохін П. А. (2022) Переобладнання автомобіля з ДВЗ в електромобіль. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (21), 1-9. DOI: 10.30977/VEIT.2022.21.0.1;
4. Borodenko Y. M., Hnatov A. V., Arhun S. V., & Sokhin P. A. (2023) Energy aspects of automobile transport development. Automobile Transport, (53), 37-50. DOI: 10.30977/AT.2219-8342.2023.53.0.05;
5. Сохін П.А. (2023) Дослідження автономної сонячної електростанції для автокемпера. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (24), 6–14. DOI: 10.30977/VEIT.2023.24.0.1;
6. Гнатов А. В., Аргун Щ. В., Сохін П. А., & Ульянець О. А. (2024) Дослідження автономного джерела живлення для електромобілів та їх зарядної інфраструктури. Вісник ХНАДУ, (104), 130–139. DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2024.104.1.130.
7. Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Гнатова Г.А., & Сохін П.С. (2022) Інтеграція кібер-фізичних систем у навчальний процес для спеціальностей транспортного спрямування. «Комп'ютерні технології і мехатроніка» Збірка матеріалів IV Міжнародної науково-методичної конференції (Харків, 26 травня 2022 р.). Харків : ХНАДУ, 22-26;
8. Аргун Щ.В., Гнатов А.В., Сохін П.А., & Гнатова Г.А. (2022) Переобладнання бензинового автомобіля в автомобіль з тяговим електродвигуном. «Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування» СЕУТТОО-2022. Тринадцята Міжнародна науково-практична конференція (Херсон, 7-9 вересня 2022 р.). Херсон: ХДМА, 43-46;
9. Гнатов А.В., Аргун Щ.В., Гнатова Г.А., Сохін П.А., & Тарасов К.С. (2022) Електропривод для електромобілів та гібридних автомобілів. «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології» Збірка матеріалів VIII

Міжнародної науково-технічної Інтернет-конференції (Харків, 21-22 листопада 2022 р.). Харків : ХНАДУ, 101-103;

10. Гнатов А.В., Теміров Т.Б. & Сохін П.А. (2023) Дослідження тягового електроприводу для міського електромобіля на базі асинхронного двигуна. «Новітні технології – для захисту повітряного простору»: тези доповідей XIX міжнародна наукова конференція Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба (Харків, 12-13 квітня 2023 р.). Харків: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 524;

11. Гнатов А. В., & Сохін П.А. Енергоефективні та енергозберігаючі технології на транспорті. «Світові тенденції ресурсозбереження на електричному транспорті» Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (Харків, 25-27 жовтня 2023 р.) Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 23-25;

12. Гнатов А.В., Сохін П.А., & Долгій М.О. (2023) Дослідження обладнання автокемпера автономною сонячною електростанцією. «Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців» Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції до Дня автомобіліста та дорожника (Харків, 23–25 жовтня 2023 р.). Харків : ХНАДУ, 238-242;

13. Гнатов А.В., Сохін П.А., & Ульянець О.А. (2023) Спосіб балансування Li-ion акумуляторних батарей під час їх заряду та розряду. «Сучасні енергетичні установки на транспорті і технології та обладнання для їх обслуговування» 15-а Міжнародна науково-практична конференція (Херсон, 13-15 березня 2024 р.). Херсон: ХДМА, 11-14.

14. Мигаль, В., Аргун, Щ., Гнатов, А., Гнатова, Г., & Сохін, П. (2022). Інтелектуальне діагностування транспортних засобів. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (22), 72–80. DOI: 10.30977/VEIT.2022.22.0.5;

15. Мигаль В.Д., Аргун, Щ. В., Гнатов, А. В., Гнатова, Г. А., & Сохін, П. А. (2023) Підвищення якості тягових електродвигунів для електротранспорту. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (23), С. 6–14. DOI:10.30977/VEIT.2023.23.0.1;

16. Аргун Щ. В., Гнатов А. В., & Сохін П. А. (2024) Ефективність енергогенеруючих плиток з різними типами мультиплікаторів. Автомобіль і електроніка. Сучасні технології, (23), 42–52. DOI:10.30977/VEIT.2024.25.0.5.

На підставі вивчення тексту дисертації, наукових праць здобувача і протоколу контролю оригінальності (перевірки наявності текстових запозичень виконано в системі Unicheck) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату і відповідає вимогам академічної доброчесності.

Дисертація Сохіна П.А. на тему «Підвищення ефективності роботи зарядної інфраструктури електричних автотранспортних засобів» відповідає вимогам Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах), затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 р. № 261, п.п. 6, 7, 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 Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44. Дисертація оформлена згідно з вимогами освітньо-наукової програми «Автомобільний транспорт», яка реалізується в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті і не суперечить вимогам наказу МОН від 12 січня 2017 року за №40.

Висновок

Дисертація Сохіна Павла Андрійовича на тему «Підвищення ефективності роботи зарядної інфраструктури електричних автотранспортних засобів» за рівнем теоретичної обґрунтованості, новизною та практичним значенням її результатів є завершеною самостійно виконаною науковою працею, а її автор заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 27 - «Транспорт» за спеціальністю 274 - «Автомобільний транспорт».

Рецензент
кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула
Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Михайло ХОЛОДОВ

Підпис Холодова Михайла Павловича
засвідчую
Проректор з НПР Ніна Михайлівна