

ВІДГУК

на дисертаційну роботу

Гладченка Володимира Сергійовича

на тему «Вибір та обґрунтування параметрів силової установки переобладнаних електричних колісних транспортних засобів категорії М1»,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії
за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»

Оцінка обґрунтованості обраної теми дослідження.

Транспортні та еколого-економічні проблеми в містах спонукають до пошуку нових видів колісних транспортних засобів (КТЗ) та способів організації міських перевезень. Наразі у розвинених країнах поступово зростає частка електромобілів і гібридних автомобілів. Виробництво та продаж електромобілів набувають все більшої актуальності, оскільки на цю продукцію існує потенційний попит серед споживачів. Утилізація автомобілів з двигунами внутрішнього згорання, яких по всьому світу велика кількість, створює значну соціальну проблему. Одним із можливих рішень є їхнє переобладнання у електричні колісні транспортні засоби (ЕКТЗ). Часто таке переобладнання здійснюється власниками серійних автомобілів категорії М1 з двигунами внутрішнього згорання, але без належних досліджень щодо доцільності таких змін. Відсутність рекомендацій стосовно вибору параметрів основних компонентів електричних колісних транспортних засобів та методики прогнозування їхніх експлуатаційних властивостей створює серйозну науково-практичну проблему.

Таким чином, завдання вибору та обґрунтування параметрів силової установки для переобладнаних електричних колісних автотранспортних засобів категорії М1 шляхом раціонального вибору їх конструктивних параметрів є актуальним, яке вирішує ця дисертаційна робота.

Дисертаційне дослідження виконувалось в межах плану наукових робіт Національного транспортного університету за темою «Підвищення ефективності роботи підприємств автомобільного транспорту шляхом



удосконалення виробничих процесів, систем технічного обслуговування та покращення експлуатаційних характеристик дорожніх транспортних засобів» (№ держ. реєстрації 0114U000120).

Робота відповідає основним напрямкам розвитку автомобільного транспорту викладених у Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року.

Оцінка новизни теоретичних та експериментальних результатів досліджень.

Новизна представленої роботи полягає у розвитку методів оцінювання технологій переобладнання серійних автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння у електромобілі, що дозволяє вирішувати актуальну науково-практичну задачу підвищення енергоефективності колісних транспортних засобів в умовах експлуатації.

Основні наукові результати є наступними:

1. Розроблено концепцію підвищення енергоефективності серійного автомобіля з двигуном внутрішнього згоряння шляхом його переобладнаного у електромобіль, яка відрізняється від існуючих застосуванням комплексного та системного підходу на етапі обґрунтування переобладнання в умовах експлуатації;

2. Удосконалено методику визначення показників тягово-швидкісних властивостей та енергоефективності переобладнаних електромобілів з різними типами елементів системи «Силова батарея – Тяговий електродвигун – Трансмісія», яка дозволяє оптимально обирати параметри системи з урахуванням призначення електромобіля, завдяки чому досягається поліпшення його показників;

3. Набув подальшого розвитку підхід до визначення типу та параметрів складових силової установки переобладнаного електромобіля, зокрема, силової батареї та тягового електродвигуна, що забезпечує необхідні показники тягово-швидкісних властивостей та енергоефективності переобладнаних електромобілів відповідно до їздового циклу.

Зазначені наукові положення підтверджені експериментальними та теоретичними дослідженнями, виконаними здобувачем. Результати цих досліджень були опубліковані в 7 наукових статтях, розміщених у фахових виданнях, включаючи ті, що індексуються в наукометричній базі Scopus (1 стаття, Q4) та у фахових виданнях України (6 статей). Крім того, результати досліджень висвітлені у 12 наукових публікаціях апробаційного характеру та представлені на 12 наукових конференціях. Також отримано 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір.

Оцінка наукової обґрунтованості теоретичних та експериментальних результатів досліджень.

Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

Загальний обсяг дисертації складає 169 сторінок, включаючи 121 сторінку основного тексту, 16 таблиць, 55 рисунків, список використаних джерел з 165 найменувань та 4 додатки. Робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

У **вступі** висвітлено актуальність проведеного дослідження, окреслено його зв'язок із науково-дослідною діяльністю Національного транспортного університету, а також визначено основну мету і завдання дослідження. Викладено наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, та підкреслено особистий внесок здобувача. Описано публікації, в яких відображено результати дослідження, а також їх апробацію.

У **першому розділі**, під назвою «Аналіз літературних джерел», проведено огляд сучасного стану різних типів колісних транспортних засобів, досліджено ринок батарейних електромобілів в Україні та на світовому рівні, розглянуто розвиток електричних колісних транспортних засобів в Україні, а також проаналізовано стан та перспективи переобладнання традиційних автомобілів в електричні. На основі цього, обґрунтовано необхідність удосконалення методів

оцінювання технологій переобладнання автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння в електромобілі.

Другий розділ, під назвою «Математичні моделі функціональних елементів ЕКТЗ», присвячений розробці основних принципів математичного моделювання, створенню блок-схем математичної моделі електричного колісного транспортного засобу та математичних моделей його функціональних елементів. Зокрема, представлено математичні моделі для силового балансу електромобіля, електрохімічних батарей, тягового електродвигуна, а також проведено огляд конструкцій тягових електродвигунів, аналіз їх ефективності у різних режимах роботи. Обґрунтовано вибір іздового циклу WLTP та сформовано загальну математичну модель руху електричного колісного транспортного засобу.

Автором була отримана система математичних рівнянь, що описують рух переобладнаного електричного колісного транспортного засобу. Розглянуто компоувальну схему передньоприводного електричного колісного транспортного засобу, яка є універсальною та дозволяє адаптуватися до інших компоновок. Створена математична модель дає можливість з достатньою точністю визначати майбутні експлуатаційні показники електромобіля категорії M1 ще на етапі підготовки до переобладнання.

У **третьому розділі**, під назвою «Результати математичного моделювання», викладено основні принципи, що використовувалися в процесі моделювання, та наведено вихідні дані для моделювання. Описано структурну модель переобладнаного електричного колісного транспортного засобу.

Для реалізації основних положень математичного моделювання руху електричного колісного транспортного засобу, розглянутих у другому розділі, автор використовує середовище OpenModelica. У цьому середовищі електричний колісний транспортний засіб представлено як систему функціональних елементів, із деталізованими структурними схемами таких елементів, як водій, електрохімічна силова батарея, тяговий електродвигун.

Також викладено загальну методику проведення числового експерименту з використанням розробленої моделі. У результаті моделювання були отримані

графічні залежності рівня заряду та напруги силової батареї, швидкості руху електромобіля, крутного моменту електродвигуна, а також витрат енергії протягом руху електромобіля в їздовому циклі WLTP. Проведено порівняння фактичних та граничних значень крутного моменту електродвигуна у різних швидкісних режимах, яке дозволило встановити можливість використання електродвигуна з визначеними характеристиками в заданих умовах експлуатації.

У **четвертому розділі**, під назвою «Експериментальні дослідження», сформульовано мету, завдання, програму та методику проведення експериментальних досліджень. Визначено об'єкт експериментальних досліджень – переобладнаний у електричний колісний транспортний засіб базовий автомобіль ЗАЗ-965, оснащений замість штатного бензинового двигуна двигуном постійного струму Балканкар ДС 3,6/7,5/14 та літєвою силовою батареєю.

Наведено загальну характеристику використовуваних приладів та обладнання, описано методику проведення експериментальних досліджень, а також оцінено похибки вимірювань та приладів. Представлено результати експериментальних досліджень, зокрема, швидкісну характеристику електродвигуна, отриману під час стендових випробувань, та результати дорожніх тестів, включаючи визначення максимальної швидкості, часу розгону на певній дистанції, часу розгону до визначеної швидкості, характеристики «розгін-вибіг», та витрат електричної енергії.

На основі отриманих результатів автор оцінив адекватність розробленої математичної моделі та кількісно визначив показники ефективності переобладнаного електромобіля в умовах експлуатації.

У **п'ятому розділі**, під назвою «Методика вибору параметрів переобладнаного автомобіля в електромобіль», викладено загальні принципи створення методики вибору параметрів переобладнаного електромобіля, теоретичні основи та практичні аспекти її реалізації.

З використанням вказаної методики автор здійснив дослідження впливу параметрів силової установки переобладнаного електричного колісного транспортного засобу на показники його ефективності.

На основі проведених досліджень розроблено рекомендації щодо вибору конструктивних параметрів при переобладнанні колісних транспортних засобів в електромобілі, залежно від їх призначення та умов експлуатації.

У додатках наведено перелік публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів досліджень, опис основних параметрів їздового циклу WLTP, який використано під час досліджень, копію свідоцтва про реєстрацію авторського права на твір «Математична модель електромобіля у відповідності до його компоновальної схеми», отриманого автором у співавторстві, копію довідки про використання результатів дисертаційної роботи Володимира Гладченка в діяльності відділу оцінки відповідності переобладнання транспортних засобів та їхніх складових частин ДП «ДержавтотрансНДДПроект».

Відповідно до змісту представленої роботи отримані в ній теоретичні та експериментальні результати дослідження є достатньою мірою науково обґрунтованими.

Оцінка значення отриманих результатів для теорії і практики.

Практичну цінність роботи складають наступні результати:

1. Розроблена методика вибору типів елементів системи «Силова батарея – Тяговий електродвигун – Трансмісія» переобладнаного електричного колісного транспортного засобу відповідно до його призначення.

2. Визначено показники тягово-швидкісних властивостей та показники енергоефективності переобладнаного електричного колісного транспортного засобу в умовах експлуатації.

3. Отримано результати оцінювання енергоефективності силової установки електромобіля з різними варіантами поєднання основних параметрів системи «Силова батарея – Тяговий електродвигун – Трансмісія» та визначено

науково-обґрунтовані рекомендації щодо вибору конструктивних рішень елементів переобладнаного електричного колісного транспортного засобу.

4. Результати роботи прийняті до використання у відділу оцінки відповідності переобладнання транспортних засобів та їхніх складових частин ДП «ДержавтотрансНДІпроект» при підготовці проектів висновків науково-технічної експертизи щодо погодження можливості переобладнання колісних транспортних засобів у електричні колісні транспортні засоби.

Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності

У дисертаційній роботі Гладченка Володимира Сергійовича «Вибір та обґрунтування параметрів силової установки переобладнаних електричних колісних транспортних засобів категорії М1» ознаки академічного плагіату не виявлені. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації.

Оцінюючи зміст представленої до захисту дисертаційної роботи Гладченка Володимира Сергійовича, новизну представлених теоретичних та експериментальних результатів проведених здобувачем досліджень, їхню наукову обґрунтованість, рівень виконання поставленого наукового завдання та оволодіння здобувачем методологією наукової діяльності є потреба зробити окремі зауваження та звернути увагу на дискусійні наукові положення дисертаційної роботи, що можуть бути предметом дискусії під час захисту, а саме:

1. У розділі 1 «Аналіз літературних джерел» аналіз проведено до 2021 р., а огляд сучасних досліджень відсутній. Також, аналіз ринку електромобілів в Україні обмежується 2018-2019 роками (стор. 32).

2. При посиланнях на рисунки 1.1, 1.2, 1.3, 1.7, 1.12, 1.13, 2.4, 2.7, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1 в тексті дублюється слово рисунок, тобто «рис. Рисунок 1.3».

3. В окремих реченнях зустрічається використання майбутнього часу для опису подій минулих років. Наприклад, на стор. 34 написано: «За даними видання Transport & Environment, до 2021 року кількість моделей ЕМ, доступних в Європі, досягне 214». Також на стор. 35 зазначено: «Планується, що до 2023 року в Європі будуть введені в експлуатацію 16 великих заводів з виробництва літій-іонних АЕ».

4. Потребує пояснення, чим математична модель силового балансу ЕКТЗ відрізняється від моделі силового балансу КТЗ з двигуном внутрішнього згоряння?

5. У роботі достатньо велика увага приділена електричним двигунам постійного струму, зокрема, і експериментальні дослідження проведено з використанням такого типу електродвигуна. Однак, обґрунтоване пояснення та огляд перспектив використання таких електричних машин у якості енергоустановок для ЕКТЗ у роботі не наведено, що потребує додаткового пояснення автором.

6. В тексті роботи у розділі 2.5 наведені дані щодо питомого споживання енергії автомобілем для вибору процедури випробування за їздовим циклом WLTP відповідно 1, 2 та 3 класів. Однак, далі у тексті відсутнє обґрунтування вибору відповідного класу їздового циклу WLTP на основі фактично визначеної питомої витрати енергії ЕКТЗ. Також не зрозуміло, на основі чого сформовано кількісні дані у висновку 3 до розділу 5 та у загальному висновку 4.

7. В роботі є певна кількість граматичних, синтаксичних та друкарських помилок.

Наведені зауваження по роботі в цілому носять рекомендаційний характер та не ставлять під сумнів вихідні наукові положення та результати дослідження, які апробовані та впроваджені.

Висновки.

На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Гладченка Володимира Сергійовича на тему «Вибір та обґрунтування параметрів силової установки переобладнаних електричних колісних транспортних засобів

категорії М1» є самостійно виконаним, завершеним науковим дослідженням, в якій отримані нові науково обгрунтовані результати, що в сукупності вирішують актуальну наукову задачу підвищення енергоефективності КТЗ в умовах експлуатації.

За змістом та якістю методології теоретичних та експериментальних досліджень і отриманих результатів дисертаційна робота відповідає рівню дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії, «Вимогам до оформлення дисертацій», затвердженим Наказом Міністерства освіти і науки України № 40 від 12.01.2017р. (zareestrovanim в Міністерстві юстиції України 03 лютого 2017 р. за № 155/30023), та науково-дослідній програмі дисертаційних досліджень освітньо-наукової програми «Автомобільні транспортні засоби» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» у Національному транспортному університеті.

Враховуючи актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, теоретично обгрунтованих наукових положень, використаних методів наукових досліджень та підтвердженої значимості, дисертаційна робота та представлені до розгляду публікації, задовольняють вимогам п.п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44), а їх автор, Гладченко Володимир Сергійович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії у галузі знань 27 «Транспорт» за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт».

Офіційний опонент,

професор кафедри автомобільної електроніки

Харківського національного

автомобільно-дорожнього університету,

доктор технічних наук, професор

ВІД КОМПЕТЕНТНОЇ
ЗАСВІДОЧУВАЧОЇ РАДИ
СЕКРЕТАР АКАДЕМІЇ



на АРГУН