

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

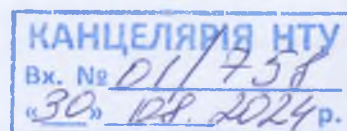
Гладченка Володимира Сергійовича

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.

Екологічні, економічні та транспортні проблеми міст спонукають до пошуку нових типів колісних транспортних засобів (КТЗ) і способів організації міських перевезень. На сьогоднішній день, частка використання електро- та гібридних автомобілів в розвинених країнах поступово збільшується. Виробництво і реалізація електромобілів є актуальними. На таку продукцію існує потенційний попит з боку споживачів. Питання утилізації існуючих автомобілів обладнаних двигунами внутрішнього згоряння, враховуючи їх велику кількість по всьому світу, створює значну суспільну проблему. Одним із способів її вирішення є їх переобладнання в електричні колісні транспортні засоби (ЕКТЗ). Часто таке переобладнання здійснюється власниками старих серійних автомобілів з двигунами внутрішнього згоряння. При цьому, не проводиться жодних досліджень щодо доцільності такого переобладнання. Відсутність рекомендацій щодо вибору параметрів основних елементів електричних колісних транспортних засобів та методики прогнозування експлуатаційних властивостей переобладнаних електричних колісних транспортних засобів складає суттєву науково-практичну задачу.

Тому, питання вибору та обґрунтування параметрів силової установки переобладнаних електричних колісних автотранспортних засобів категорії М1 шляхом раціонального вибору їхніх конструктивних параметрів є актуальною задачею, що вирішується в даній дисертаційній роботі.



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 КТЗ в ЕКТЗ, що дозволило вирішити актуальну наукову задачу підвищення енергоефективності КТЗ в умовах експлуатації.

Основні наукові результати полягають у наступному:

1. Розроблено концепцію підвищення енергоефективності серійного КТЗ шляхом його переобладнаного в ЕКТЗ, що відрізняється від існуючих застосуванням комплексного та системного підходу на етапі обґрунтування переобладнання в умовах експлуатації;

2. Удосконалено методику визначення тягово-швидкісних показників та показників ефективності витрати електричної енергії переобладнаних ЕКТЗ, з різними типами елементів системи «Силова батарея – Тяговий електродвигун – Трансмісія», яка дозволяє раціонально обрати параметри системи, опираючись на різні призначення ЕКТЗ, завдяки чому досягається поліпшення його показників;

3. Набув подальшого розвитку підхід до визначення типу та параметрів силової батареї та тягового електродвигуна, як складових силової установки переобладнаного ЕКТЗ, що забезпечує необхідні показники тягово-швидкісних

властивостей та показників ефективності витрати електричної енергії переобладнаних ЕКТЗ відповідно до їздового циклу.

Вказані наукові положення обґрунтовані проведенням здобувачем експериментальними та теоретичними дослідженнями, результати яких опубліковано у 7-ми наукових статтях у фахових виданнях, зокрема, у тих, що індексуються наукометричною базою Scopus (1 стаття, Q4) та у фахових виданнях України (6 статей); у наукових публікаціях апробаційного характеру (12 публікацій) та представлено на 12-ти наукових конференціях. 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 додатків. Робота за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

У **вступі** обґрунтовано актуальність дослідження, наведено зв'язок роботи з науково-дослідною тематикою Національного транспортного університету, визначено мету і завдання дослідження. Сформульовано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів, визначено особистий внесок здобувача. Наведено відомості про опублікування результатів дослідження та їх апробацію.

У **першому розділі** «Аналіз літературних джерел» виконано аналіз сучасного стану видів КТЗ, ринку батарейних електромобілів в Україні та світі, розвитку ЕКТЗ в Україні, стану та перспектив переобладнання автомобілів в ЕКТЗ та обґрунтовано доцільність розвитку методів оцінювання технологій переобладнання серійних КТЗ в ЕКТЗ.

Другий розділ «Математичні моделі функціональних елементів ЕКТЗ» присвячено формулюванню основних положень математичного моделювання, розробці блок-схеми узагальненої математичної моделі ЕКТЗ, математичних моделей функціональних елементів ЕКТЗ, зокрема, математичної моделі силового балансу ЕКТЗ, електрохімічних батарей, тягового електродвигуна, виконано огляд конструкцій тягових електродвигунів, аналіз ефективності тягового електродвигуна та його крутного моменту, обґрунтовано вибір їздового циклу WLTP, сформована загальна математична модель руху ЕКТЗ.

Автором отримано систему математичних рівнянь руху переобладнаного ЕКТЗ. Розглянута компоновальна схема передньоприводного ЕКТЗ, яка є універсальною і дозволяє переходити на інші. Отримана математична модель дозволяє визначати на етапі підготовки до переобладнання ЕКТЗ категорії М1 його майбутні експлуатаційні показники з достатньою точністю.

У третьому розділі «Результати математичного моделювання» визначено основні положення, застосовані в процесі моделювання, представлено вихідні дані для моделювання, наведено структурну модель переобладнаного ЕКТЗ. Для реалізації основних положень математичного моделювання руху ЕКТЗ, представлених у розділі 2, автор використовує середовище OpenModelica. Для виконання моделювання у цьому середовищі ЕКТЗ представлено як систему функціональних елементів та наведено деталізовані структурні схеми цих елементів, зокрема, водія, електрохімічної силової батареї, тягового електродвигуна. Представлено загальну методику проведення числового експерименту з використанням розробленої моделі. В результаті розрахунку отримано графічні залежності рівня заряду батареї, швидкості ЕКТЗ, напруги силової батареї, крутного моменту електродвигуна, витрат енергії ЕКТЗ від часу руху ЕКТЗ в їздовому циклі WLTP. Також виконано порівняння фактичних та граничних значень крутного моменту електродвигуна в діапазоні швидкісних режимів.

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження» сформульовані мета, задачі, програма та методика експериментальних досліджень, визначено об'єкт експериментальних досліджень. Ним є переобладнаний у ЕКТЗ базовий

автомобіль ЗАЗ-965, обладнаний двигуном постійного струму марки Балканкар ДС 3,6/7,5/14 замість штатного бензинового двигуна та силовою батареєю з літєвими модулями. Наведено загальну характеристику приладів та обладнання, які застосовувалися під час проведення експериментальних досліджень, методику виконання експериментальних досліджень, оцінено похибки приладів і вимірювань під час експерименту. Представлено отримані результати експериментальних досліджень, зокрема, швидкісну зовнішню характеристику електродвигуна, отриману під час стендових досліджень, результати дорожніх випробувань, які містять максимальну швидкість руху, час розгону на заданому шляху, час розгону до заданої швидкості, швидкісну характеристику “розгін – вибіг”, витрати енергії. Отримані результати експериментальних досліджень дозволили оцінити адекватність розробленої математичної моделі та кількісно визначити показники переобладнаного ЕКТЗ в умовах експлуатації.

У п'ятому розділі «Методика вибору параметрів переобладнаного автомобіля в електромобіль» представлено загальні умови створення методики, теоретичні засади і практична реалізація методики, результати дослідження впливу параметрів силової установки на показники ефективності переобладнаного ЕКТЗ.

На основі проведених досліджень автор сформулював рекомендації по вибору конструктивних параметрів під час переобладнання КТЗ у ЕКТЗ в залежності від його призначення та умов експлуатації.

У додатках наведено список публікацій здобувача за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації, основні характеристики їздового циклу WLTP, свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір «Математична модель електромобіля у відповідності до його компоновальної схеми», довідка про використання результатів дисертаційної роботи Володимира Гладченка в діяльності відділу оцінки відповідності переобладнання транспортних засобів та їхніх складових частин ДП «ДержавтотрансНДІпроект».

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.

Практична цінність роботи полягає у наступних результатах:

1. Отримані наукові результати становлять єдиний комплекс досліджень (концепція, принципи, критерії, методи та математичні моделі), запропоновано методiku вибору типів елементів системи «Силова батарея – Тяговий електродвигун – Трансмiсія» переобладнаного ЕКТЗ відповідно до їздового циклу. Визначено показники тягово-швидкісних властивостей та показники ефективності витрати електричної енергії переобладнаного ЕКТЗ;

2. Отримано результати оцінювання енергетичної ефективності силової установки за допомогою обчислювального експерименту і визначено науково-обґрунтовані рекомендації для вибору конструктивних рішень елементів системи «Силова батарея – Тяговий електродвигун – Трансмiсія» переобладнаного ЕКТЗ;

3. 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» ознак академічного плагіату не виявлено. Використання ідей, результатів і текстів 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 першому розділі під час обґрунтування доцільності переобладнання КТЗ у ЕКТЗ наводиться порівняння викидів CO₂, які здійснюються під час виробництва та експлуатації традиційних КТЗ та ЕКТЗ. Є досить дискусійними значення викидів CO₂ під час експлуатації традиційного КТЗ, зокрема, 150...200 г/км, з огляду на те, що сучасні КТЗ категорії М1 з ДВЗ мають цей показник на рівні до 100 г/км.

2. У другому розділі автор використовує різні позначення для одного параметру крутного моменту тягового двигуна: на с. 71-72 – M_T , а на с. 83, 84 – $T_{ед}$.

3. У третьому розділі представлено структурну модель в середовищі OpenModelica і зазначено, що в ній використано систему математичних рівнянь, описаних у розділі 2. Однак, не зрозуміло, яким чином виконана така інтеграція, оскільки представлені структурні моделі ЕКТЗ та його елементів взагалі не містять ніяких рівнянь, а код програмних модулів не представлено.

4. Зображений на рис. 3.11 графік їздового циклу WLTP клас 1 відрізняється від наведеного у додатку Б, зокрема тривалістю – 1400 с замість 1000 с.

5. У розділі 4 відсутнє значення номінальної кількості електричної енергії у силовій батареї, що не дозволяє достовірно оцінювати адекватність результатів математичного моделювання, представлених у розділі 3.

6. Не зрозуміло, на основі яких даних отримане значення ККД електродвигуна під час визначення його зовнішньої швидкісної характеристики, рис. 4.10?

7. Висновки до розділу 5 містять рекомендації щодо вибору числових значень параметрів елементів силової установки ЕКТЗ в залежності від його призначення. Однак, у тексті розділу відсутній аналіз результатів розрахункового дослідження впливу цих параметрів на показники ефективності ЕКТЗ, на основі якого можливо визначити вказані рекомендовані числові значення параметрів елементів ЕКТЗ.

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 виконаною, завершеною науково-дослідною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані 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 та науково-дослідній програмі дисертаційних досліджень освітньо-наукової програми «Автомобільні транспортні засоби» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» у Національному транспортному університеті.

Дисертація відповідає «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).

Зважаючи на актуальність вирішених завдань, отриманих наукових результатів, теоретично обґрунтованих принципових наукових положень, використаних сучасних 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».

Рецензент,

в.о. завідувача кафедри двигунів і теплотехніки

Національного транспортного університету,

кандидат технічних наук, доцент

Микола ЦЮМАН

ПІДПИС ЗАВІРЯЮ
Вчений секретар Національного
Транспортного Університету
проф. Мельниченко О.І.

