

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, доцента

Кайдалова Руслана Олеговича

на дисертаційну роботу

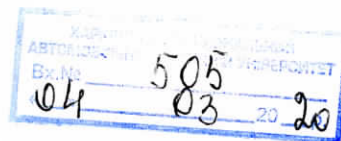
Аргун Щасяни Валіковни

за темою «Підвищення експлуатаційних властивостей міського пасажирського транспорту застосуванням електричного приводу», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори (27 – транспорт)

Для складання відгуку здобувачем надані дисертація, автореферат та копії опублікованих робіт.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Розвиток сучасної науки і техніки висуває нові вимоги до створення автомобільного транспорту, особливо міського пасажирського. Серед них вагоме місце посідають: висока енергетична ефективність, підвищення динамічних властивостей та екологічність. В першу чергу це стосується великих міст і мегаполісів, для яких характерним є забезпечення цих вимог пасажирським міським транспортом. Зараз багато країн та міст світу розглядають експлуатацію „чистих транспортних засобів”, включаючи електромобілі та машини з комбінованою енергетичною установкою, як ефективний підхід для покращення енергоефективності та екологічності таких засобів транспорту. Цим вимогам в більшій мірі відповідають автобуси на електричній тязі – електробуси. Але на даний час коло проблем, що пов’язані із вибором раціонального тягового джерела енергії для електробусів і підвищення їх експлуатаційних властивостей потребують дослідження. Тому застосування електробусів, як міського транспорту, з використанням альтернативних систем генерації електричної



енергії є шляхом вирішення зазначених проблем.

На основі зазначеного вважаю, що тема дисертації та наукова проблема і завдання, які сформульовані і вирішені в дисертаційній роботі Аргун І. В. є актуальними.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконана згідно з «Національною транспортною стратегією України на період до 2030 року»; «Стратегічними напрямками розвитку транспортної галузі України у після кризовий період»; «Концепцією сталого розвитку населених пунктів», схваленою постановою Верховної Ради України від 24 грудня 1999 року; муніципальними програмами сталого розвитку міст України та регіональними програмами розвитку міського пасажирського транспорту. Робота відповідає сучасним тенденціям забезпечення сталого розвитку транспортних систем, сформованим у Білій книзі Європейської Комісії «План розвитку Єдиного європейського транспортного простору – на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи».

Дисертаційна робота є складовою частиною досліджень Харківського національного автомобільно-дорожнього університету з науково-дослідницьких тем: «Розробка системи енергозбереження та генерації електричної енергії для транспортних засобів» (ДР №0117U002406); «Розробка сонячної зарядної станції для електромобілів (ДР №0119U001299).

При виконанні науково-дослідних робіт автор приймав участь у формуванні методологічних підходів, що дозволили досягнути поставлену мету та реалізувати наукові завдання.

3. Наукова та практична цінність дисертаційної роботи

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розвитку теорії експлуатаційних властивостей автомобілів з електричним приводом, а саме

міського пасажирського транспорту з електричним приводом.

Наукова цінність роботи полягає у тому, що автором *вперше*:

- запропоновано альтернативні системи генерації електричної енергії за рахунок розширення складу обладнання електробуса та розроблено принципи і методи їх розрахунку, що дозволяє підвищити експлуатаційні властивості міського пасажирського транспорту;

- запропоновано методологію комплексної оцінки електродвигунів тягового електроприводу побудовану на семирівневій ієрархії, яка пов'язує між собою напрямки і завдання розробки методів оцінки електродвигунів за рівнями вібрацій на стадіях проектування, виготовлення і експлуатації, що дозволяє підвищити експлуатаційні властивості електробуса;

- визначено метод діагностування електродвигунів тягового електроприводу електробусів за показниками рівнів вібрації, що дозволяє оцінити їх технічний стан у відповідності до розроблених класів; визначено значення допустимих вібраційних прискорень електродвигунів тягового електроприводу електробуса, що дозволило розробити критерії оцінки їх експлуатаційної придатності.

Удосконалено метод створення об'єднаної системи альтернативних джерел генерації електричної енергії:

- в електробусах, які на відміну від існуючих використовують лінійний електрогенератор та електричну машину обертального типу з триступеневим мультиплікатором, що дозволяє збільшити запас їх автономного ходу;

- в інфраструктурі, що призначена для зарядки міських електробусів, які на відміну від існуючих використовують пристрій примусового зниження швидкості з генеруванням електричної енергії та енергогенеруюче дорожнє покриття, що дозволяє зменшити споживання електричної енергії від мережі.

Отримав подальший розвиток метод зниження рівня вібрації електродвигунів тягового електроприводу електробуса, що збуджується магнітними джерелами, який базується на зміні форми паза магнітопроводу

ротора, що дозволило підвищити технічний рівень електродвигунів.

Одержані наукові результати є обґрунтованими, базуються на науковій методології, використанням сучасного математичного апарату, достатньою теоретичною проробкою та експериментальними дослідженнями.

Результати дисертаційної роботи можуть використовуватися для підвищення ефективності експлуатації міського електробуса. Основні положення дисертаційної роботи прийняті до впровадження у таких організаціях та підприємствах: науково-практичній діяльності ТОВ «НМУ «Електропівден-монтаж»; діяльності офіційного дилера Subaru у м. Харків та харківській області ТОВ «Альфа Центр Харків»; діяльність компанії ТОВ «ОЛЛ ТРАК ПАРТС»; діяльність компанії «Elcars» (ФОП Сохін П. А.); навчальному процесі Харківського національного автомобільно-дорожнього університету при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, що сформульовані у дисертаційній роботі. Наукові положення та висновки, що одержані під час дисертаційної роботи, виходять з її змісту та мають достатню обґрунтованість. При вирішенні завдань досліджень використовувався системний підхід, побудований на сучасних методах теоретичних та експериментальних досліджень, з використанням фундаментальних законів теоретичної механіки, теорії автомобіля.

Результати проведених досліджень викладено автором у висновках до кожного розділу, в загальних висновках та практичних рекомендаціях, які є достатньо обґрунтованими, достовірними і не викликають сумніву. Слід відзначити, що обґрунтованість отриманих результатів також підтверджується їх позитивною оцінкою в процесі апробації на міжнародних науково-практичних конференціях, публікаціями результатів дослідження у фахових виданнях з технічних наук, та англомовними статтями у наукових

періодичних виданнях інших держав, що індексуються наукометричними базами даних Scopus і Web of Science та тематикою дисертації.

Достовірність висновків і рекомендацій, що сформульовані в дисертаційному дослідженні, забезпечена коректністю постановки завдань та використання математичного апарату, достатньою глибиною теоретичного опрацювання та експериментальних спостережень. Дослідження є послідовними і логічними. Отримані автором результати не суперечать результатам попередніх дослідників і є їхнім логічним продовженням. Результати досліджень наведено у 7 загальних висновках.

Перший висновок інформує, про те, що проведено системний аналіз сучасного стану міського пасажирського транспорту, доведено необхідність використання електричного приводу альтернативних систем генерації електричної енергії для підвищення його експлуатаційних властивостей. Зауваження до висновку:

- висновок не містить кількісних даних стану міського пасажирського транспорту, особливо машин з електричним приводом;

- не зрозуміло на підставі яких кількісних даних доведена необхідність використання електричного приводу альтернативних систем генерації електричної енергії для підвищення експлуатаційних властивостей цих засобів транспорту.

Другий висновок інформує стосовно результатів теоретичних та експериментальних досліджень електромеханічних процесів в силовій установці електробуса. Зауваження до висновку:

- він вельми важливий, але у ньому відсутня інформація за якою температурою навколишнього середовища отримані числові данні, що характеризують електромеханічні процеси в силовій установці електробуса.

Третій висновок засвідчує сутність удосконаленого методу створення об'єднаної системи альтернативних джерел генерації електричної енергії для міського пасажирського транспорту. Висновок важливий та дає оцінку удосконаленого методу, але не зрозуміло для яких умов отримано збільшення

автономності ходу електробусу на 3-5%.

Четвертий висновок інформує щодо сутності запропонованої методології комплексної оцінки електродвигунів тягового електроприводу. Висновок важливий, що дозволяє отримати інтегральний підхід до створення єдиних методів і засобів оцінювання електродвигунів.

П'ятий висновок інформує щодо сутності методу діагностування електродвигунів тягового електроприводу електробусів за показниками рівнів вібрації. У висновку наведені конкретні кількісні значення допустимої та не допустимої вібрації електродвигунів електробусів, що дозволяє оцінити їх технічний стан у відповідності до розроблених класів.

Шостий висновок інформує щодо сутності розробленої моделі оптимізації інфраструктури швидкої зарядки для міських електробусів за допомогою якої вирішується задача визначення раціональної необхідної кількості і відповідного розташування зарядних станцій і необхідних параметрів накопичувачів енергії для кожного електробуса на маршруті. У висновку наведено порівняльні загальні витрати на прокладання існуючого тролейбусного маршруту та запропонованого електробусного, показано, що витрати останнього менші у 2,65 рази.

Сьомий висновок інформує щодо запропонованих рекомендацій щодо розвитку, реконструкції та переоснащення підприємств експлуатації міського автотранспорту шляхом інтеграції альтернативних систем генерації електричної енергії в транспортну інфраструктуру, що дозволяє підвищити технічний рівень міського пасажирського транспорту. Зауваження до висновку:

– відсутні кількісні оцінки рекомендацій на різних стадіях.

Загальна оцінка розділу «Висновки» – висновки достовірні, вагомі, мають теоретичну і практичну спрямованість, повністю відповідають завданням дослідження, відображають наукову новизну та охоплюють усі розділи дисертаційної роботи.

5. Оцінка змісту, завершеності та оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг роботи складає 367 сторінок, у тому числі основного тексту 284 сторінки і 3 сторінки, площа яких повністю зайнята рисунками та таблицями. Робота ілюстрована 96 рисунками, наведено 41 таблицю. Додатки розміщені на 33 сторінках. Список використаних літературних джерел складається із 220 найменувань на 23 сторінках.

Дисертаційна робота складається з таких основних структурних елементів: титульний аркуш, анотація, зміст, перелік умовних позначень, вступ, шість розділів, висновки, список використаних джерел, додатки, які оформлені згідно вимог МОН України.

Дисертація написана ясною технічною мовою з використанням загально прийнятої термінології. Дисертаційна робота має логічну структуру. Мета та задачі досліджень чітко визначені, мають переконливе обґрунтування та чітко зазначають і вирішують проблему, що розглядається підвищення експлуатаційних властивостей міського пасажирського транспорту застосуванням електричного приводу.

6. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 42 наукових працях, у тому числі: 2 монографії, 21 стаття у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 21 у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз, у тому числі 7 публікацій у виданнях, що індексуються у Scopus і Web of Science і з них 4 публікації у виданнях, віднесених до кuartилів Q2 та Q3); 17 тез у збірниках доповідей наукових конференцій (з них 5 у виданнях, що індексуються у Scopus і Web of Science), отримано 2 патенти.

Наприкінці кожного розділу наведено перелік публікацій, в яких були

відображені матеріали відповідного розділу. Аналіз переліку публікацій кожного розділу надає підстави зробити висновок щодо повноти посилань на всі наукові праці здобувача, які наведені в анотації.

Основні результати дисертаційних досліджень доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на багатьох міжнародних науково-технічних конференціях та семінарах.

Об'єм публікацій та апробація результатів роботи відповідають вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

7. Зв'язок докторської дисертації з кандидатською дисертацією.

Наукові положення, результати та висновки, які захищені здобувачем у кандидатській дисертації, не залучені до розгляду нових наукових положень, результатів і висновків та не стали предметом дослідження поданої до захисту докторської дисертації

8. Відповідність автореферату змісту дисертаційної роботи.

Автореферат ґрунтовно розкриває зміст дисертаційної роботи та повністю відображає ідентичність отриманих наукових та практичних результатів. Дисертаційна робота та автореферат написані з дотриманням наукового стилю та відповідають вимогам МОН України.

9. Зауваження та дискусійні питання. Поряд із загальною позитивною оцінкою аналіз дисертаційної роботи дозволяє вказати на деякі дискусійні питання та окремі недоліки:

- у висновку розділу 1 написано «застосування блоку суперконденсаторів в електробусі дозволяє зменшити добові витрати в 2 рази...», але нема пояснення що входить в ці добові витрати;

- у розділі 2 проводиться аналіз існуючих конфігурацій електричних

транспортних засобів, але не вказано яку саме конструкцію автор пропонує використовувати для подальших досліджень;

- у розділі 3 варто було представити економічний розрахунок вартості запропонованих альтернативних джерел електричної енергії для порівняння із існуючими;

- так як дослідження електродвигунів проводилось за рівнем віброприскорення, то осі ординат на рис. 5.4, 5.6, 5.9, 5.10 треба було назвати не «вібрація», а «рівень віброприскорення»;

- у розділі 5 при описі експерименту вказано, що за умовний нульовий рівень вібрації прийнято прискорення a , що дорівнює $3 \cdot 10^{-4} \text{ м/с}^2$, але нема посилання на нормативний документ, який обґрунтовує цей вибір;

- у пункті 6.4 розділу 6 варто було вказати цільову функцію оптимізації (вартість, екологічні показники, час реалізації) та навести їх кількісні показники;

- у роботі бажано було б надати техніко-економічне обґрунтування впровадження електробуса альтернативних систем генерування електричної енергії в транспортну інфраструктуру.

Наведені зауваження та дискусійні положення не знижують загальну наукову та прикладну цінність виконаного дослідження, а також обґрунтованість і достовірність положень дисертації.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК.

Дисертаційна робота **Аргун Щасяни Валіковни** є завершеним науковим дослідженням, в якому розв'язано важливу наукову проблему в транспортній галузі, що полягає у підвищенні експлуатаційних властивостей міського пасажирського транспорту застосуванням електричного приводу, що склало основу визначення закономірностей, розробки математичних моделей і методів створення альтернативних систем генерації електричної енергії на транспорті, оцінки технічного стану тягових електродвигунів на

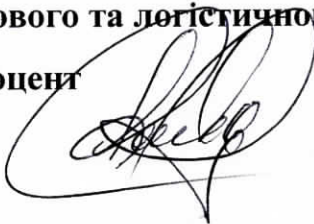
стадіях проектування, виробництва і експлуатації. Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.22.02 – автомобілі та трактори.

На підставі аналізу дисертації вважаю, що актуальність теми дисертаційного дослідження, обґрунтованість, достовірність, наукова новизна положень, висновків, рекомендацій, які сформульовані в дослідженні, практичні впровадження, кількість та якість публікацій відповідають вимогам пп. 9,10,12,13,14 «Порядку присудження наукових ступенів», що затверджений Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку присудження наукових ступенів» від 24 липня 2013 р. №567 (із змінами) щодо докторських дисертацій, а її автор **Аргун Щасяна Валіковна** заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори.

Відгук розглянуто та обговорено на засіданні кафедри бойового та логістичного забезпечення Національної академії Національної гвардії України протокол від 25.02.2020 року №17.

Офіційний опонент

**Начальник кафедри бойового та логістичного забезпечення
доктор технічних наук доцент**



Р.О. Кайдалов

28 02 2020

Підпис Р.О. Кайдалова засвідчую.

**Перший заступник начальника Національної академії Національної гвардії України з навчально-методичної та наукової роботи
доктор технічних наук професор**



О.О. Морозов

28 02 2020