

Голові разової спеціалізованої вченої ради
ДФ 54.050.100
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктору технічних наук професору
Ткачуку Миколі Анатолійовичу
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002

ВІДГУК
офіційного опонента
доктора технічних наук, професора
Кайдалова Руслана Олеговича

на дисертацію
Карпова Вадима Олеговича

за темою «Підвищення рухливості легкоброньованих гусеничних машин шляхом застосування розподіленого електричного приводу», що подана на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 25 – Воєнні науки, національна безпека, безпека державного кордону зі спеціальності 255 – Озброєння та військова техніка.

1. Актуальність теми дисертації.

Досвід виконання силами оборони України завдань за призначенням при відсічі збройної агресії російської федерації показав широке використання військової техніки, а саме броньованих машин. На тактичну рухливість окремого зразка військової техніки впливають у значній мірі показники прохідності і динамічності, які реалізуються конструкцією цієї машини, особливо типом рушія. Найбільш ефективним типом рушія для броньованих машин при експлуатації в складних дорожніх умовах є гусеничний рушій, який має ряд переваг перед колісним.

В останні роки з'явилися конструктивні рішення, у яких гусеничні машини мають привід не від двигунів внутрішнього згоряння а від тягових електричних

двигунів (ТЕД). Використання ТЕД має ряд переваг а саме: відсутність жорстких зв'язків та валів, що збільшує корисний об'єм в корпусі машини; покращені показники керованості; можливість безшумного руху та плавного нарощування підведеної потужності; тощо. Зазначені переваги гусеничного рушія з використанням ТЕД особливо важливі для застосування броньованих машин в сучасним умовах ведення бойових дій.

Існуючі гусеничні машини, як правило, мають одне ведуче колесо на борт, але у зв'язку з відносно малими габаритами сучасних ТЕД та простим способом підводу потужності з'являється можливість встановлювати декілька двигунів на один борт гусеничної машини а ці питання є недостатньо вивчені. Тому потребують дослідження питання підбору у заданих габаритах ТЕД потрібної потужності та обертового моменту й опису руху гусеничного рушія з двома та більше ведучими колесами.

На основі зазначеного вважаю, що тема дисертації та завдання дослідження, які сформульовані і вирішені у дисертаційній роботі Карпова В.О. є актуальними.

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

Дисертаційна роботи виконана відповідно до:

– Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» №1162-9 від 29.01.2021 р. і постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2022 року» № 380 від 21.04.2021 р;

– планів наукових досліджень кафедри інформаційних технологій і систем колісних та гусеничних машин ім. О.О. Морозова;

– договору «про співробітництво між Національним технічним університетом «Харківський політехнічний інститут» і Державним підприємством «Харківське конструкторське бюро з машинобудування ім. О.О. Морозова» від 29.11.2021 р.

При виконанні вказаних планів наукових досліджень та договорів здобувач приймав участь у теоретичних та експериментальних дослідженнях щодо визначення взаємозв'язків конструктивних, кінематичних і силових параметрів при взаємодії елементів гусеничного обводу з розподіленим електричним приводом при русі машини в усталеному режимі, що дозволило досягнути поставленої мети та реалізувати завдання дослідження.

3. Наукова та практична цінність дисертації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що автором:

- вперше встановлена закономірність для визначення сумарної наставної потужності тягових електродвигунів, необхідної для отримання заданої динамічності досліджуваних машин у визначених дорожніх умовах, яка враховує не тільки прийняту кількість ступенів механічних редукторів, як у традиційних підходах, а й алгоритм їх перемикання;

- вдосконалено математичну модель гусеничного обводу, у яку додано можливість використання розподіленої електромеханічної трансмісії з установами декількох ведучих коліс на борт, включаючи мотор-котки з гребневим зачепленням, що створило підґрунтя для моделювання розподіленого електроприводу в гусеничних машинах.

Одержані наукові результати є обґрунтованими, базуються на науковій методології, використанням сучасного математичного апарату, достатньою збіжністю теоретичних та експериментальних результатів досліджень.

Практична цінність роботи полягає у: розроблених рекомендаціях щодо визначення наставної потужності тягових електродвигунів залежно від маси машини, потрібного динамічного фактору, прийнятої кількості ступенів механічних редукторів і алгоритму їх перемикання; запропонованому новому способі визначення коефіцієнту демпфування пневматичних коліс та коліс із гумовим бандажем шляхом комбінації фізичного експерименту і математичного моделювання; створеному програмному комплексу, який дає можливість досліджувати роботу гусеничного рушія з декількома ведучими колесами на борт, включаючи мотор-котки з гребневим зачепленням.

Практичне значення результатів дисертаційного дослідження підтверджується актами про впровадження на ДП «ХКБМ ім. О.О. Морозова» (акт впровадження від 03.03.2023), ТОВ «ГА Інжиніринг» (акт впровадження від 03.03.2023), АТ «ХТЗ» (акт впровадження від 03.03.2023), а також актом про впровадження в навчальний процес Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (акт впровадження від 03 березня 2023 р.), які наведено у додатку Г на стор. 154-161.

4. Ступінь обґрунтованості, достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, що сформульовані у дисертації.

Наукові положення та висновки, що одержані у дисертації, виходять з її змісту та мають достатню обґрунтованість. При вирішенні завдань досліджень автором використовувались як методи емпіричного, так і теоретичного

дослідження, зокрема: метод порівняння, метод лабораторного експерименту для визначення окремих параметрів досліджуваного об'єкту, метод формалізації та метод математичного моделювання з використанням апарату аналітичної механіки, теоретичної механіки, обчислювальної математики у тому складі чисельні методи рішення диференціальних рівнянь, що описують рух системи та її елементів.

Достовірність висновків і рекомендацій, що сформульовані в дисертації забезпечена коректністю постановки завдань та використанням математичного апарату, достатньою збіжністю результатів теоретичних та експериментальних досліджень. Отримані автором результати не суперечать результатам попередніх дослідників і є їхнім логічним продовженням. Результати досліджень наведено у 12 загальних висновках, які повністю відображають їх зміст та мають елементи наукової новизни.

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

5. Оцінка змісту, завершеності та оформлення дисертації.

Представлена дисертація складається із анотації на двох мовах, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, що нараховує 105 найменувань на 11 сторінках, 4 додатків на 19 сторінках. Повний обсяг дисертації становить 161 сторінки (з них 119 сторінок основного тексту, 43 рисунків та 11 таблиць).

У вступі розкрито актуальність обраної теми дисертації, зв'язок з науковими програмами, темами, сформульовано її мету, завдання та методи дослідження, відображено наукову новизну та практичну цінність роботи, наведена інформація щодо особистого внеску здобувача, апробацію, публікації та структуру роботи.

За змістом вступу можна зробити наступні зауваження:

1. Не зазначено об'єкт та предмет дослідження, хоча вони представлені в анотації.

2. Не представлено сформульоване наукове завдання дисертації.

3. Загальний обсяг дисертації вказано 162 сторінки, хоча за текстом їх 161.

У першому розділі наведено результати аналізу існуючих конструкцій шасі гусеничних машин із застосуванням електричного приводу.

За змістом розділу можна зробити наступні зауваження та рекомендації:

1. У розділі бажано б було обґрунтувати вплив конструкцій шасі військових гусеничних машин на їх рухливість, як зазначено у темі дисертації, та навести конкретні переваги застосування електричного приводу на показники рухливості.

2. Не коректно названо підрозділ 1.1 Електричні трансмісії транспортних засобів, бо до останнього словосполучення належать різні технічні пристрої (автомобілі, автобуси, поїзди, човни, літаки, тощо) бажано було б дотримуватись прийнятого в темі дисертації терміну гусенична машина .

У **другому розділі** описано методологію розрахунку наставної потужності ТЕД та генератора з різними типами редукторів в залежності від прийнятої кількості ступенів механічних редукторів і алгоритму їхнього перемикавання.

За змістом розділу можна зробити наступні зауваження та рекомендації:

1. Не коректно наводиться на стор. 45 інформація щодо зміни ваги машини від 10 до 30 тон, бо вага вимірюється у Ньютонах, тому бажано б було зазначити зміну маси у визначеному діапазоні.

2. Потребує пояснення в яких конкретно випадках одноступінчастий редуктор потребує збільшення наставної потужності більше ніж у два рази, як наведено на стор. 60.

У **третьому розділі** представлена математична модель функціонування ходової частини гусеничної машини з розподіленням електроприводом.

За змістом розділу можна зробити наступні зауваження та рекомендації:

1. Потребує пояснення, чому реальна опорна поверхня у підпункті 3.2.5 замінена умовною гладкою поверхнею при моделюванні роботи підсистеми гусеничний рушій з торсіонною підвіскою.

У **четвертому розділі** наведені результати розрахунково-експериментальних досліджень з визначення необхідних для математичного моделювання ходової частини гусеничної машини з розподіленням електроприводом параметрів.

За змістом розділу можна зробити наступні зауваження та рекомендації:

1. Потребує пояснення вибір діапазону зміни сили, яка діє на коток від 250 кг до 2000 кг з кроком навантаження у 250 кг, що наведено на стор. 100.

2. Потребує пояснення яким чином відбувалась фіксація висоти відскоку котку та довжини плями контакту при експериментальних дослідженнях визначення коефіцієнта демпфування шини опорного котку, результати яких наведено у табл.4.2. стор. 108.

3. Потребує пояснення чому при аналізі нерівномірності навантажень між ТЕД на опорних котках моделювались режими руху по твердій поверхні і не було враховано деформацію опорної поверхні, яка буде мати місце в реальних дорожніх умовах експлуатації гусеничних машин.

В додатках в повній мірі відображено список публікацій здобувача та відомості про апробацію дисертаційних досліджень. Також у додатках наведені акти про впровадження результатів дослідження. Список публікацій автора є достатнім і повністю відображає основні наукові положення, які виносяться на захист.

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

6. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях.

Основні наукові і практичні результати досліджень опубліковані у період з 2021 по 2023 роки у 10 наукових працях, серед яких: 5 статтях, з яких 2 статті, що індексуються у міжнародній наукометричній базі Scopus та 1 статті, яка індексується у міжнародній наукометричній базі Web of Science; 5 праць – у матеріалах конференцій.

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 міжнародних науково-практичних конференціях. Об'єм публікацій та апробація результатів роботи відповідають вимогам, що пред'являються до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії.

7. Дотримання академічної доброчесності.

Усі отримані результати, які виносяться на захист, отримані автором самостійно. Аналіз дисертації та наукових праць, у яких опубліковані наукові результати здобувача свідчать про відсутність порушення ним академічної доброчесності. Але у вступі необхідно було у спільних роботах зазначити особистий внесок здобувача.

Загальні висновки

Дисертація **КАРПОВА Вадима Олеговича** за темою «Підвищення рухливості легкоброньованих гусеничних машин шляхом застосування розподіленого електричного приводу» є самостійною, цілісною та завершеною науковою працею, містить наукову новизну, має високий рівень актуальності,

вагоме теоретичне та практичне значення для сучасних гусеничних машин. Дисертаційна робота не містить запозичень без вказання відповідних посилань на джерело і відповідає вимогам академічної доброчесності.

Зміст дисертаційної роботи відповідає спеціальності 255 – Озброєння та військова техніка, задовольняє вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12.07.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертацій» і пп. 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р.), а її автор, **КАРПОВ Вадим Олегович**, заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 255 – Озброєння та військова техніка.

Офіційний опонент

Заступник начальника Національної академії Національної гвардії України з наукової роботи
доктор технічних наук, професор

29 листопада 2023 р.



Руслан КАЙДАЛОВ