

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора

Кайдалова Руслана Олеговича

на дисертаційну роботу

Михалевича Миколи Григоровича

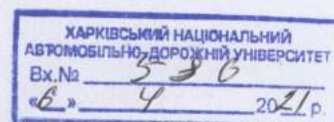
за темою «Теоретичні основи систем керування зчепленням транспортних засобів категорії N_3 та M_3 з механічною трансмісією», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори

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

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

Одним з актуальних напрямів розвитку і вдосконалення конструкції транспортних засобів є автоматизація роботи трансмісії та наділення таких систем різноманітними інтелектуальними функціями. Однією із важливих складових трансмісії транспортних засобів є їх зчеплення, яке потребує забезпечення надійності функціонування, а саме, рушання з місця, при різних умовах експлуатації автомобілів. Особливо це характерно для вантажних автомобілів категорії N_3 , з максимальною масою більше 12 т, та пасажирських автомобілів категорії M_3 , з максимальною масою більше 5 т.

Тенденція до спрощення керування зчепленням такими автомобілями зі збільшеною масою полягає у автоматичному керуванні, але формування керуючих впливів має обмежені дані. Тому на даний час потребує узагальнення теоретичних основ систем керування зчепленням транспортних засобів з механічною трансмісією.



На основі зазначеного вважаю, що тема дисертації та наукова проблема і завдання, які сформульовані і вирішені в дисертаційній роботі Михалевича Миколи Григоровича є актуальними.

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

Робота виконувалась у рамках циклу комплексних науково-дослідних робіт кафедри автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету за наступними темами: «Розробка адаптивних систем керування трансмісій транспортних машин» (№ 0108U001282); «Створення та впровадження інтелектуальної системи управління трансмісією автомобіля» (ДЗ/306-2008); «Теоретичні основи проектування інтелектуальної автоматизованої механічної трансмісії автобусів та вантажних транспортних засобів» (№0110U001167); «Теоретичні основи створення автоматизованої системи керування механічною трансмісією спеціальних та військових автомобілів» (№0117U002403); «Підвищення живучості багатовісних вантажних автомобілів військового призначення шляхом використання автоматичної трансмісії та підвищення надійності гальм» (№0119U001297). Зазначена тематика науково-дослідних робіт вказує на їх відповідність темі дисертаційного дослідження здобувача та свідчить про зв'язок роботи з темами, що виконувались у Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті.

3. Наукова та практична цінність дисертаційної роботи.

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

- створено теоретичні основи формування закону автоматичного керування зчепленням;
- розроблено метод обрання раціонального режиму керування

швидкістю руху автотранспортного засобу;

- запропоновано спосіб визначення початкової точки характеристики педалі керування з індуктивним датчиком.

Удосконалено:

- математичний опис сухого тертя у частині взаємодії контактуючих тіл за відсутності проковзування, який відрізняється тим, що забезпечує стабільність характеристики моменту зчеплення під дією циклічного навантаження за відсутності проковзування контактуючих тіл, що дає можливість проводити імітаційне моделювання робочих процесів зчеплення під дією циклічного крутного моменту двигуна.

Отримали подальший розвиток:

- теорія автоматизованого та автоматичного керування рушанням автотранспортного засобу за рахунок розвитку теоретичних основ систем автоматизованого та автоматичного керування зчепленням для автотранспортних засобів категорій M_3 та N_3 , із ручним керуванням механічною коробкою передач, які відрізняються методологією узгодження параметрів закону керування із вихідними параметрами виконавчого пристрою керування зчепленням, це дає можливість визначати функціонал системи керування зчепленням на стадії проектування.

- методологія формування стабільних вихідних параметрів системи керування зчепленням з врахуванням внутрішніх та зовнішніх факторів, яка на відміну від існуючих включає методи врахування температурного впливу навколишнього середовища на реакцію елементів системи керування, що сприяє підвищенню стабільності вихідних параметрів системи керування зчепленням;

- методологія забезпечення характеристик індукційних датчиків переміщення, яка відрізняється від відомих врахуванням впливу варіативності характеристик компонентів системи керування зчепленням, що сприяє підвищенню стабільності сигналу з індуктивного датчика та

вихідних параметрів системи керування зчепленням.

Одержані наукові результати є обґрунтованими, базуються на науковій методології, використанням сучасного математичного апарату, моделюванням процесів з їх достатньою теоретичною проробкою та підтвердженням отриманих результатів експериментальними дослідженнями.

Практична цінність роботи полягає у можливості використання узагальнених теоретичних основ систем керування зчепленням транспортних засобів категорій M_3 та N_3 з механічною трансмісією на стадій їх проектування та модернізації існуючих.

Основні положення дисертаційної роботи прийняті до впровадження у практичній діяльності таких підприємств та організацій: методи випробування зразків продукції, що випускається під час проведення тривалих та кліматичних випробувань - приватному акціонерному товаристві «Вовчанський агрегатний завод»; результати випробувань властивостей автобусів виробництва «ЗАЗ» із розробленою автоматизованою системою керування зчепленням - «Запорізькому автомобільному заводу»; методи забезпечення стабільних характеристик індуктивних датчиків положення – «Полтавському авто-агрегатного заводу»; метод обрання раціонального режиму руху автотранспортного засобу на основі функціональної залежності між шляхом руху у режимі накату або гальмування двигуном та початковою швидкістю руху – приватному акціонерному товаристві «АвтоКрАЗ»; у навчальному процесі Харківського національного автомобільно-дорожнього університету при підготовці бакалаврів і магістрів за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» та при підготовці докторів філософії за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт».

Це підтверджено відповідними актами впровадження, що представлені у додатку А (стор. 351 – 357).

4. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, що сформульовані у дисертаційній роботі.

Наукові положення та висновки, що одержані під час роботи над дисертацією, 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, 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 (з 2014 року), публікаціями результатів дослідження у фахових виданнях з технічних наук (з 2009 року), та англомовними статтями у наукових періодичних виданнях інших держав, що індексуються наукометричними базами даних Scopus (квартилем Q2) та Web of Science за 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 8 загальних висновках.

Перший висновок інформує, про те, що проведено аналіз трансмісій автотранспортних засобів та їх систем керування, вказано, що існує проблема керування зчепленням та рушання автотранспортних засобів категорій M_3 та N_3 . Зауваження до висновку:

- не вказано конкретних причин існування проблеми керування

зчепленням та рушання автотранспортних засобів і чому саме цих категорій M_3 та N_3 .

Другий висновок інформує стосовно запропонованого математичного опису рушання автотранспортного засобу. Висновок важливий та вказує на особливість математично опису з вказанням, що він дозволяє врахувати та чим доповнює теорію автоматизованого та автоматичного рушання автотранспортного засобу.

Третій висновок інформує стосовно запропонованого закону автоматичного керування зчепленням параметричними кривими. Висновок важливий та розкриває сутність запропонованого закону, який є теоретичними основами системи керування зчепленням механічної трансмісії автотранспортних засобів категорій M_3 та N_3 .

Четвертий висновок інформує щодо результатів імітаційного моделювання динаміки рушання автотранспортного засобу із застосуванням автоматичної системи керування зчепленням. Висновок важливий, констатує, що розробленні теоретичні основи системи керування зчепленням механічної трансмісії автотранспортного засобу забезпечують підвищення ефективності його рушання з вказанням конкретних числових значень, а саме, скорочення часу рушання на 33% та зменшення роботи буксування на 27% тощо.

П'ятий висновок інформує щодо похибки моделювання робочого процесу електропневматичного клапану. Висновок важливий та конкретно вказує на похибку цього моделювання не більше 2% при відкритті та 5% при закритті електропневматичного клапану, що підтверджує коректність запропонованої методології формування стабільних вихідних параметрів системи керування зчепленням з врахуванням реакції її елементів.

Шостий висновок інформує щодо результатів експериментальних досліджень впливу температури навколишнього середовища на складові елементи системи керування зчепленням. Висновок важливий та конкретно вказує на зміни функціонування системи керування зчепленням в залежності

від зміни температури навколишнього середовища.

Сьомий висновок інформує щодо розбіжності між експериментальними і теоретичними дослідженнями вибігу автомобіля із запропонованою системою керування зчепленням автомобіля. Висновок важливий та вказує на похибку у визначенні 2% для горизонтальної ділянки дороги та похибку у 10% при наявності ухилу дороги.

Восьмий висновок засвідчую щодо використання отриманих результатів у виробництві та в навчальному процесі.

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 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.

Повний обсяг роботи складає 368 сторінки, у тому числі основного тексту 288 сторінок. Робота ілюстрована 215 рисунками, наведено 2 таблиці. Додатки розміщені на 18 сторінках. Список використаних літературних джерел складається із 233 найменувань на 25 сторінках.

Дисертація написана ясною технічною мовою з використанням загальноприйнятої термінології. Дисертаційна робота має логічну структуру. Мета та задачі досліджень чітко визначені, мають переконливе обґрунтування та чітко зазначають і вирішують проблему, що розглядається.

6. Повнота викладу результатів дисертації в опублікованих працях.

За результатами дисертаційної роботи опубліковано 35 наукових праць, із них: 2 монографії; 21 публікація у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 16 у виданнях, що включені до міжнародних наукометричних баз, у тому числі 4 публікації у виданнях, що індексуються у Scopus і Web of Science і з них 2 публікації у виданнях, віднесених до кuartилів Q2); 10 тез у збірниках доповідей наукових конференцій; 2 патенти на винахід.

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 апробацій 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 вступі:

- не коректно вживається словосполучення «транспортні засоби» у формулюванні теми роботи, бо у меті, об'єкті та предметі дослідження сформульоване вужче поняття «автотранспортні засоби», які й розглядається за усім змістом роботи;

- у формулюванні мети роботи не коректно вживаються словосполучення «... покращення умов роботи водія та підвищення комфорту під час руху...», що є дуже широким поняттям і їх зміна шляхом покращення вихідних параметрів систем керування зчепленням є опосередкованою, а не конкретною;

- не коректно сформульовано наукові результати зі ступенем новизни «вперше», бо містять словосполучення «на відміну від відомих», що більше підходить до наукової новизни «удосконалено».

У першому розділі:

- у розділі бажано б було представити окремий підрозділ, в якому б представити результати аналітичного огляду та надати обґрунтовані висновки щодо особливостей конструкції та експлуатації автотранспортних засобів категорій N_3 та M_3 , як вказано у темі роботи, та конкретно визначити необхідність щодо удосконалення систем керування зчепленням саме цих автомобілів, хоча частково ця інформація наведена у підрозділі 1.1;

- у підрозділі 1.1 бажано б було окреслити межі дослідження автотранспортних засобів, які автор розглядає у своїй роботі, а саме вантажні автомобілі категорії N_3 більше 12 т та пасажирські автомобілі більше 5 т категорії M_3 , але більше в якому діапазоні максимальної маси;

- у підрозділі 1.4 «Оцінювання якості роботи системи керування зчепленням» бажано б було вказати за якими параметрами, що характеризують завантаженість та якість роботи зчеплення є не відповідність існуючим вимогам та на які параметри автор конкретно спрямовує свої дослідження, бо саме це визначає шляхи покращення якості керування зчепленням і є предметом дослідження.

У другому розділі:

- у підрозділі 2.2 «Моделювання зчеплення» наводиться математична модель зчеплення з центральною діафрагменною пружиною, рис. 2.19 (стор. на стор. 105), хоча ряд автотранспортних засобів категорії N_3 мають конструкцію зчеплення з натискними пружинами, що розташовані по периферії натискного диску, наприклад КрАЗ – 6322, 5233, потребує пояснення як це враховано у математичній моделі;

- не вказано яким чином враховує математична модель зчеплення наявність двох ведених дисків, що характерно для автотранспортних засобів категорії N_3 та M_3 ;

- коефіцієнт опору кочення має різні позначення у виразах 2.22, 2.23 та 2.24 відповідно на стор. 117 та 118.

У третьому розділі:

- було б доцільно представити класифікацію режимів рушання з місця, що наведено у підрозділі 3.2, у вигляді схеми із зазначенням класифікаційних ознак;

- потребує пояснення, чому саме значення $\alpha=40\%$, що відповідає положенню педалі акселератора, яка натиснута на 40% (рис. 3.13, стор.163) є визначальним для подальшого перемикання на наступну передачу відповідно до режиму руху

- потребує пояснення, хто задає значення керуючої функції S відповідного рівня k_s при реалізації третьої умови, яка наведена на блок-схемі повного увімкнення зчеплення, що представлено на рис. 3.23 (стор. 180).

У четвертому розділі:

- потребує пояснення, чому саме час-переріз клапана обрано як вихідний параметр електропневматичного клапану, що наведено у підрозділі 4.3;

- потребує пояснення, чому час-перерізу електропневматичного клапану зменшується на 20% при збільшенні температури навколишнього середовища у діапазоні змін температур від -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$, що наведено на рис. 4.35 (стор. 230).

У п'ятому розділі:

- бажано б було навести результати досліджень щодо визначення плавності рушання автотранспортного засобу на початку його руху, часу на вимикання зчеплення тощо в залежності від типу конструкції педалі зчеплення (підвісна педаль та педаль на долі робочого місця водія);

- потребує пояснення для якого значення вільного ходу педалі зчеплення (верхньої чи нижньої межі діапазону) отримані результати динаміки переміщення натискного диску зчеплення відносно зони деформації веденого диску, що наведено на рис. 5.14 (стор. 266).

У шостому розділі:

- бажано б було навести результати техніко-економічних розрахунків щодо впровадження запропонованої системи керування зчепленням;

- бажано б було представити результати не тільки стендових випробувань а й натурних експериментальних досліджень із зазначенням ступеня досягнення мети щодо підвищення ефективності рушання автотранспортних засобів, покращення умов роботи водія та підвищення комфорту.

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 **Михалевича Миколи Григоровича** є завершеним науковим дослідженням, в якому розв'язано важливу наукову проблему в транспортній галузі, що полягає у підвищенні ефективності рушання автотранспортних засобів, покращення умов роботи водія та підвищення комфорту під час руху шляхом покращення вихідних параметрів автоматизованих та автоматичних систем керування зчепленням автотранспортних засобів категорій N₃ та M₃. 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 **Михалевич Микола Григорович** заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори.

Офіційний опонент

**Начальник кафедри оперативного та логістичного забезпечення
доктор технічних наук, професор**

06.04.2021

Руслан КАЙДАЛОВ

Підпис Р.О. Кайдалова засвідчую.

**Заступник начальника Національної академії
Національної гвардії України**

06.04.2021

Сергій МАРТИНЕНКО

