

ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

доктора технічних наук, професора, професора кафедри «Інформаційні технології і системи колісних та гусеничних машин імені О.О. Морозова»

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

ДУЩЕНКА Владислава Васильовича

на дисертацію МИХАЛЕВИЧА Миколи Григоровича

«Теоретичні основи систем керування зчепленням транспортних засобів категорій N_3 та M_3 з механічною трансмісією»

подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори

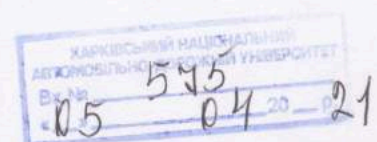
Актуальність обраної теми дисертації.

Сучасні тенденції розвитку систем і вузлів транспортних засобів полягають в автоматизації їх роботи та наділенні різноманітними інтелектуальними функціями. Дані тенденції спостерігаються як при розробці автомобілів з традиційною силовою установкою так і у разі використання гібридної силової установки. Спрощення керування механічною трансмісією вантажних автомобілів і автобусів за рахунок автоматичного керування зчепленням є однією з актуальних наукових проблем, вирішення якої потребує створення науково обґрунтованих теоретичних основ для розробки нових систем керування. Цьому і присвячена дана наукова робота.

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

Робота виконувалася у відповідності до постанови Кабінету Міністрів України №39 від 26 січня 1994 року «Про організацію виробництва міських автобусів великої місткості» та є складовою частиною наукових досліджень, що проводилися на кафедрі автомобілів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету за такими комплексними 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).

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень та висновків дисертаційної роботи забезпечені шляхом застосування наукових методів системного аналізу та імітаційного моделювання з використанням чисельних методів вирішення систем диференціальних рівнянь засобами середовища MATLAB Simulink. Обробка експериментальних даних проводилася методами математичної статистики. При проведенні експериментальних досліджень використовувалися методи планування експерименту. Експериментальні випробування проводилися як на транспортних засобах у дорожніх умовах, та і з використанням стендів.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у наступному:

Вперше:

– створено теоретичні основи формування закону автоматичного керування зчепленням, який відрізняється від відомих тим, що формується параметричними кривими, що дозволяє отримати гнучкий інструмент при адаптації закону керування зчепленням;

– розроблено метод обрання раціонального режиму керування швидкістю руху автотransпортного засобу, який відрізняється тим, що керуючий вплив є функцією прогнозованого шляху накату від поточної швидкості, що дозволяє уникнути зайвої витрати палива у міському циклі;

– запропоновано спосіб визначення початкової точки характеристики педалі керування з індуктивним датчиком, який відрізняється додатковим режимом роботи з шунтуванням його живлення, що сприяє підвищенню стабільності вихідних параметрів системи керування зчепленням.

Отримала 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 М3 та N3, з ручним керуванням механічною коробкою передач, які відрізняються методологією узгодження параметрів закону керування з вихідними параметрами виконавчого пристрою керування зчепленням, що дає можливість визначати функціонал системи керування зчепленням на стадії проектування. Методологія може бути поширена на механічні трансмісії із напівавтоматичним або автоматичним керуванням коробкою передач;

– 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.

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.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягає у можливості їх використання при створенні зразків техніки із якісно новими властивостями в частині керування автомобілем, а саме виключення операції керування зчепленням. Також результати роботи можуть бути використані при модернізації автотранспортних засобів, які вже знаходяться в експлуатації.

Запропоновані в дисертації наукові положення, розробки та рекомендації впроваджені:

- 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»;

- у практичній діяльності приватного акціонерного товариства «Вовчанський агрегатний завод», де використовуються методи випробування зразків продукції, що випускаються, під час проведення тривалих та кліматичних випробувань;

- у практичній діяльності «Запорізького автомобільного заводу»: проведені випробування з метою вивчення властивостей автобусів виробництва «ЗАЗ» із розробленою автоматизованою системою керування зчепленням;

- у практичній діяльності підприємства «Полтавський авто-агрегатний завод» використовується метод забезпечення стабільних характеристик індуктивних датчиків положення;

- у практичній діяльності Холдингової компанії «АвтоКрАЗ» використовується метод обрання раціонального режиму руху автотранспортного засобу на основі функціональної залежності між шляхом руху у режимі накату або гальмування двигуном та початковою швидкістю руху.

Про практичне використання одержаних результатів свідчать 5 актів про впровадження.

Повнота викладання результатів дисертації в наукових виданнях.

Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 35 наукових працях, у тому числі: 2-х монографіях, 21 публікації 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 квартилів Q2), 10 тезах у збірниках доповідей наукових конференцій, отримано 2 патенти України на винахід.

Результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на: конгресі WCXTM World congress experience. Мічиган. Детройт. Квітень 10 – 12. 2018 року; Міжнародній конференції "Перспективи розвитку дорожньо-транспортних та інженерно-комунікаційних інфраструктур" Ташкент — 2017; Міжнародній науково-практичній конференції присвяченої 85-річчю заснування ХНАДУ та 85-річчю автомобільного факультету та з нагоди Дня автомобіліста і дорожника. «Новітні технології в автомобілебудуванні та на транспорті», 15 – 16 жовтня 2015 р. м. Харків; Міжнародній науково-практичній конференції «Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов» Минск, БНТУ, 2016; Міжнародній науково-практичній конференції "Сучасні технології на автомобільному транспорті та машинобудуванні", 15 – 18 жовтня 2019 р.; Міжнародній науково-практичній конференції присвяченої 90-річчю Харківського автомобільно-дорожнього університету та 90-річчю автомобільного факультету. "Сучасні тенденції розвитку автомобільного транспорту та галузевого машинобудування". 16-18 вересня 2020 р.; VII-міжнародній науково-технічній інтернет-конференції «Автомобіль і електроніка. Сучасні технології», 23 – 24 листопада 2020 р. Харків; Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених м. Харків 25 листопада 2020 р.; 77 – 84-й науково-технічних та науково-методичних конференціях університету ХНАДУ. Дисертаційна робота в повному обсязі доповідалась, обговорювалась і отримала позитивну оцінку на сумісному науковому семінарі кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула, кафедри автомобільної електроніки, кафедри

технології машинобудування та ремонту машин, кафедри організації та безпеки дорожнього руху, кафедри двигунів внутрішнього згоряння, кафедри деталей машин та теорії механізмів і машин, а також кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. Говорущенко М.Я. (м. Харків, ХНАДУ, 21 січня 2021 р.).

Опубліковані праці в повній мірі висвітлюють усі основні результати та висновки дисертаційної роботи. Автореферат відповідає змісту дисертації та її основним положенням.

Загальна оцінка роботи.

Дисертаційна робота Михалевича М.Г. «Теоретичні основи систем керування зчепленням транспортних засобів категорій N_3 та M_3 з механічною трансмісією» є закінченою науковою працею, в якій отримано нові науково обґрунтовані результати, що вирішують актуальну наукову проблему підвищення ефективності рушання автотранспортних засобів, покращення умов роботи водія та комфорту під час руху, шляхом удосконалення автоматизованих та автоматичних систем керування зчепленням автотранспортних засобів категорій M_3 та N_3 .

Автор показав вміння аналізувати наукову проблему, узагальнювати інформацію і ставити задачі наукових досліджень, самостійно вести дослідження та послідовно і обґрунтовано викладати результати.

Зауваження щодо змісту дисертації :

Розділ 1.

1. При формулюванні вимог до вихідних параметрів системи керування зчепленням було приведено чисельні значення необхідного часу вимикання зчеплення та потужності виконавчого пристрою. У свою чергу, чисельні значення вимог щодо точності позиціонування штоку виконавчого пристрою не наведено, а є лише посилання на роботи попередників.

2. Докладно описано структуру систем керування фрикційним зчепленням, відомі конструкції виконавчих пристроїв, керуючих електропневматичних клапанів, типів датчиків зворотного зв'язку та положення педалі, але у висновках не позначено, яка структура системи

керування та які типи вузлів будуть досліджуватися у подальшому з метою вирішення поставлених у роботі задач.

3. Рисунок 1.24 повторює рисунок 1.11.

Розділ 2.

1. Не обґрунтовано, чому при побудові математичної моделі двигуна для дослідження впливу нерівномірності його крутного моменту за цикл було обрано саме 6-циліндровий дизель. В наслідок апроксимації експериментальних залежностей, для іншого двигуна буде інша модель.

Розділ 3.

1. Не дано пояснень, чому на рис. 3.2 криві процесів дублюються «жирними» та «тонкими» лініями.

2. Підрозділ 3.2 називається «Класифікація режимів рушання з місця», тим не менш тут розглядається процес буксування зчеплення в умовах гальмування двигуном, при цьому з тексту не зрозуміло, чи висновок «такий спосіб керування зчепленням може зменшити ривок під час вмикання зчеплення з $0,7 \text{ м/с}^3$ до $0,5 \text{ м/с}^3$ » отриманий самостійно (тоді яким чином, при яких вихідних даних та умовах?), чи взятий з джерел інших авторів, наприклад з джерела 161.

3. У декількох місцях говориться, що перерегулювання складає $0,2 \text{ м/с}$ або $0,8 \text{ км/год}$, але $0,2$ помножити на $3,6$ буде не $0,8$, а $0,72 \text{ км/год}$.

Розділ 4.

1. Не наведено, які саме електронний блок керування, індукційний датчик положення педалі зчеплення та інші компоненти системи керування (оригінальні чи промислові) досліджувалися на вплив температури. Якщо це промислові вироби, то їх виробники такі дослідження, хоча б частково, вже провели та результати занесли до технічних характеристик, але посилання на них відсутні. Якщо це оригінальні пристрої, то чому на них не отримано охоронні документи.

2. Зважаючи на те, що дисертація є за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори, дуже забагато уваги приділено аналізу характеристик та вибору типу конденсатора в системі вимірювання.

Розділ 5.

1. Докладно, з цифрами, не пояснено, як буде відбуватися корекція закону керування зчепленням для компенсації зносу фрикційних накладок веденого диску. У висновках до розділу цей момент взагалі не згадується.

2. Прогнозування вибігу з метою використання накату для економії палива є суперечливим твердженням, бо рівномірний рух завжди є більш економічним. У разі ж необхідності зниження швидкості доцільно гальмувати двигуном із застосуванням системи припинення паливоподачі, при цьому перемикання передач як правило не відбувається при зниженні швидкості до 40 км/год. Тому немає сенсу ускладнювати систему керування та завантажувати водія зайвою інформацією.

3. При розгляді та прогнозуванні вибігу автотранспортного засобу доцільно було б усюди застосовувати термін не «прискорення», а «уповільнення».

Розділ 6.

Дуже стисло представлено результати експериментальних досліджень дослідного зразка системи керування зчепленням, особливо при його застосуванні на автобусах МАЗ 256.200 та А10С3А. Не наведено ні методики випробувань, ні отриманих чисельних результатів. Лише говориться, що випробування показали позитивні результати як в якості, так і в зручності.

Зауваження до висновків.

1. Не наведено, який позитивний ефект, саме кількісно, а не якісно, дає задекларований удосконалений опис сухого тертя.

2. При формулюванні висновків по методології формування стабільних вихідних параметрів системи керування не зроблено висновків про вплив зносу фрикційних накладок веденого диску на вибір та корекцію закону керування.

3. Не підтверджена чисельними показниками ефективність запропонованого методу обрання раціонального режиму руху автотранспортного засобу з прогнозованим вибігом.

Загальний висновок. Не зважаючи на зроблені зауваження, представлена дисертаційна робота за актуальністю теми, ступенем

обґрунтування та достовірністю результатів, науковою новизною та практичним значенням відповідає пунктам. 9, 10 і 12 «Положення про присудження вчених ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року №567 (зі змінами), щодо докторських дисертацій, а її автор МИХАЛЕВИЧ Микола Григорович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори.

Офіційний опонент доктор технічних наук,

професор

“5” квітня 2021 р.

