

ВІДГУК

офіційного опонента к.т.н. Дембіцького Валерія Миколайовича
на дисертаційну роботу Пельо Романа Андрійовича
на тему «Підвищення паливоощадності автотранспортного засобу
формуванням раціональних законів та алгоритмів перемикання передач
трансмісії», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.22.02 — «Автомобілі та трактори»

Актуальність теми дисертації.

Актуальність роботи пов'язана з важливими економічними питаннями, зокрема ефективною комерційною експлуатацією транспортних засобів та обумовлена необхідністю пошуку раціонального співвідношення розмірів коробки передач, кількості ступенів і можливості перемикання передач без розривання потоку потужності.

Проблема паливної економічності (паливної ощадливості) автомобілів з автоматичними коробками передач особливо гостро постає в час, коли з метою підвищення комфорту водія все більшого розповсюдження набувають автоматичні коробки переміни передач, які в порівнянні з механічними трансмісіями, призводять до збільшення витрати палива автомобілем.

Для автоматичних та механічних коробок передач важливим елементом є момент перемикання передач, що суттєво впливає на витрату палива автомобілем. Тому одним з засобів зменшення витрати палива транспортними засобами являється вибір оптимальних моментів перемикання передач із врахуванням режимів руху, стилю водіння, дорожньої обстановки, профілю дороги і т.п. Окрім того, під час перемикання передач має місце відхилення транспортного засобу, що, в свою чергу негативно впливає на комфорт водія та пасажирів, а також на ресурс елементів трансмісії.

Виходячи із вищенаведеного, вважаю тему дисертаційного дослідження Пельо Р.А., що присвячена вирішенню науково-технічної задачі, формування методології синтезу оптимальних законів перемикання передач в системі «двигун — ступенева механічна трансмісія — автомобіль», в межах якої поєднуються вимоги керованості автомобіля, його динамічності паливної ощадності, актуальною.

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

Робота виконана в рамках наукової теми кафедри експлуатації та ремонту автомобільної техніки «Дослідження і оптимізація експлуатаційних властивостей автомобілів і їхніх систем, технічного обслуговування та транспортних процесів». Роботу виконано в межах науково-дослідної роботи:

«Оптимізація законів та алгоритмів перемикання передач в ступінчатих трансмісіях автомобіля» (номер державної реєстрації 0107V009525) та «Аналіз і синтез інтелектуальних систем автомобіля» (номер державної реєстрації 0114U001688).

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків і рекомендацій

Сформульовані в роботі наукові положення та рекомендації в достатній мірі науково обґрунтовані та підтверджуються отриманими результатами. Обґрунтованість та достовірність отриманих результатів підтверджена коректним використанням сучасних методів аналітичного моделювання та комп'ютерного й натурального симулювання процесів функціонування системи «двигун — трансмісія — автомобіль», із залученням теорії диференціальних рівнянь, формалізованих методів апроксимації характеристик системи та її елементів та сучасних засобів експериментальних досліджень, коректних припущень та узгодженості результатів досліджень на математичній моделі з результатами експериментальних досліджень та досліджень, раніше отриманих іншими авторами.

Основні положення, що визначають наукову новизну дисертаційної роботи полягають у наступному:

Основний результат дисертаційної роботи полягає у вирішенні науково-технічної задачі, яка спрямована на формування методології синтезу оптимальних законів перемикання передач в системі «двигун — ступенева механічна трансмісія — автомобіль», в межах якої поєднуються вимоги керованості автомобіля, його динамічності паливної ощадності. Тому одержані здобувачем і винесені на захист основні положення мають всі ознаки наукової новизни, найбільш вагомими з яких є:

- вперше розроблено методологію комп'ютерного симулювання і оптимізації поведінки системи «— двигун — трансмісія — автомобіль —», в умовах зміни передач за будь-яких умов з поточною ідентифікацією динамічних, швидкісних, навантажувальних й енергетичних показників;

- удосконалено метод зведення алгоритму оцінювання рівня оптимальності, досконалості законів керування трансмісією автомобіля до оперування єдиним інтегральним критерієм — витратою пального за період реалізації заданої програми руху автомобіля;

- набув подальшого розвитку метод укладання математичної моделі системи «— двигун — трансмісія — автомобіль —» в межах потреб теорії

автоматичного керування автомобілем з урахуванням інерції автомобільного двигуна, прояв якої виявився принципово вагомим.

Значення отриманих результатів для теорії і практики:

– практична цінність роботи полягає у виявлених прихованих резервах підвищення паливоощадності автомобіля, за результатами дослідження законів та алгоритмів перемикання передач в ступінчатих трансмісіях автомобіля фрикційними засобами керування, що дало можливість окреслити основні напрямки зменшення енерговитрат при автоматизації транспортного засобу з врахуванням умови обов'язковості дотримання заданої водієм програми руху;

– результати досліджень прийняті до використання ТзОВ «Науково-технічний центр «Автополіпром»» (м. Львів) та впроваджені в навчальному процесі кафедри «Експлуатація та ремонт автомобільної техніки» Національного університету «Львівська політехніка» (м. Львів) під час підготовки бакалаврів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт».

Повнота викладення наукових положень та отриманих результатів в опублікованих працях.

Матеріали дисертаційної роботи опубліковано у 35 наукових працях, з яких 13 статей опубліковано у фахових виданнях України, одна стаття у науковому фаховому виданні України, яке входить до міжнародної наукометричної бази даних Index Copernicus, 1 стаття в іноземних періодичних виданнях (Польща) та 20 тезах науково-технічних конференцій. Двадцять одну наукову працю видано одноосібно, в т.ч. 5 наукових статей.

Основні положення дисертації були представлені та отримали позитивну оцінку на 15-х міжнародних та 5-х всеукраїнських науково-технічних конференціях та симпозиумах.

Структура та обсяг дисертації.

Робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 211 сторінки, включаючи 155 сторінок основного тексту, включаючи 3 таблиці, 73 рисунки, список використаних джерел із 131 найменування та 5 додатків.

Автореферат практично повністю відповідає змісту дисертаційної роботи. Всі основні положення та висновки, що містяться в дисертації відображені в авторефераті. Дисертація і автореферат оформлені відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовані мета, задачі, об'єкт і предмет дослідження, викладені наукова новизна, практичне значення, інформація про апробацію та публікацію основних положень дисертації.

У **першому розділі** проведено аналіз наукових досліджень у сфері автоматизації управління автомобілів. Акцентовано питання на гідромеханічних та комбінованих гідростатично-механічних трансмісіях. Встановлено, що теоретичні дослідження щодо формування раціональних та або оптимальних законів перемикавання передач здійснювалося за двома напрямками: забезпечення максимальної динамічності та паливної економічності.

На підставі викладеного матеріалу встановлено, що перспективним напрямком реалізації поставленої мети є вивчення можливості автоматичного коригування режимів роботи двигуна безпосередньо під час перемикавання передач, а також організація процесів перемикавання передач механічної коробки передач за допомогою багатодискових фрикціонів.

На цій основі сформульовано завдання дисертаційної роботи.

У **другому розділі** здійснено дослідження взаємозв'язку між передатними відношеннями механічної коробки передач та оптимальними законами їх перемикавання. Автором обґрунтовано вибір законів перемикавання передач та розглянуто питання впливу вибору моменту перемикавання передач у механічній трансмісії на його паливну економічність за заданої програми руху. За результатами аналізу суміщення характеристик двигуна і трансмісії, обґрунтовано оптимальну програму перемикавань в трансмісії у заданих умовах руху для двох програм розгону.

Продемонстрований алгоритм пошуку законів перемикавання ступенів у механічній трансмісії автомобіля забезпечує однакові значення тягового зусилля до перемикавання передачі та після такого та оптимальне споживання палива двигуном автомобіля. При цьому режим роботи двигуна та керування трансмісією здійснюється таким чином, щоб автомобіль дотримувався заданої водієм програми руху.

У **третьому розділі** наведено загальний опис процесу перемикавання передач із врахуванням програмної умови, що накладається на процес перемикавання передач.

На основі простої двомасової еквівалентної динамічної схеми автомобіля, під час перемикавань за допомогою двох фрикціонів, що одночасно працюють (або двох зчеплень за DSG-схемою) розроблено чотири алгоритми автоматичного керування режимами роботи двигуна: ω -керування з умови стабілізації кутової швидкості двигуна як завершальної стадії автоматичного керування режимами роботи двигуна з переходом через форсовані гальмівні

режими і подальшим виходом на нефорсовані тягові; g - керування з умови мінімізації витрат палива під час перемикання і зміни режимів роботи двигуна у разі перемикання з нижчої на вищу передачу по лінії мінімальної питомої витрати палива; N-керування з умови стабілізації потужності двигуна під час і після закінчення процесу перемикання; M-керування з умови стабілізації крутного моменту двигуна з моменту початку і до моменту закінчення процесу перемикання передач. У наведених алгоритмах керування вказано умови виникнення ударних вмикань /вимикань передач та способи усунення зазначених проявів.

У **четвертому розділі** проведено експериментальні дослідження процесів перемикання передач, визначено об'єкт та задачі експериментальних досліджень. Під час проведення експериментальних досліджень здійснено відтворення автомобілем низки програм руху (розгонів та сповільнень) на горизонтальній ділянці дороги, під час яких здійснювалося перемикання передач відповідно, «вгору» і «вниз» у командному і автоматичному режимах. Експериментальні дослідження проводилися на автомобілі Toyota Yaris (модель SCP90), оснащеним бензиновим двигуном 2SZ-FE та мультимодальною механічною коробкою передач C551A «MULTIMODE». Під час експериментальних досліджень фіксувалися значення абсолютної витрати палива від початку і до закінчення програми руху, відхилення від заданої програми руху.

Також автором проведено теоретичні дослідження, під час яких досліджувалася динаміка механічної системи «двигун — трансмісія — автомобіль», задля чого розроблено математичну модель і проведено комп'ютерне моделювання перемикання передач у середовищі MATHCAD і MATLAB.

Результати проведених експериментальних досліджень та імітаційного моделювання, як стверджує здобувач є достатньо збіжними.

У додатках представлені електронний блок керування автомобіля Toyota Yaris, схема розміщення елементів керування системою «двигун-трансмісія» автомобіля Toyota Yaris, програма моделювання алгоритму M-керування системою «двигун-трансмісія» в середовищі MATLAB, акти про впровадження та використання результатів дослідження.

Висновки результатів дисертаційного дослідження сформульовані логічно і послідовно, відповідають структурі дослідження, містять основні результати дисертаційних досліджень, викладені достатньо повно та відображають реалізацію поставлених завдань.

Дисертаційна робота має логічну структуру. Методологія дисертації сучасна: використані математичні методи, імітаційне моделювання,

експериментальна перевірка основних положень, оцінювання теоретичних та експериментальних результатів. Робота написана чіткою технічною мовою. Робота в повній мірі відповідає вимогам до дисертаційних робіт, встановлених Міністерством освіти і науки України. Дисертаційна робота Пельо Р.А. є завершеною наукою роботою.

Дискусійні положення та зауваження до дисертації та автореферату

Оцінюючи зміст представленої до захисту дисертаційної роботи Пельо Романа Андрійовича, обґрунтованість висновків та рекомендацій є потреба зробити коментарі та звернути увагу на дискусійні, з мого погляду, наукові положення дисертаційної роботи, що можуть бути предметом дискусії під час захисту, а саме:

1. Наукова новизна у авторефераті дисертації подана в дещо скороченому вигляді.

2. У завданнях досліджень автор наводить термін «здійснити критичний огляд...», однак під час аналізу попередніх досліджень, вивченні питання слід завжди забезпечувати критичний підхід;

3. Пункт наукової новизни – «набуло подальшого розвитку розуміння та трактування гіпотези про можливість ...» не відповідає дійсності, оскільки гіпотеза є припущенням, достовірність якого не доведена.

4. Окремі висновки з розділів носять констатуючий характер та не відображають отриманих автором результатів (висновок 3 з розділу 2, висновок 4 з розділу 3).

5. У п. 7 висновків до дисертаційної роботи (стор. 182) автор стверджує «наведені експериментальні (дорожні) дослідження та паралельно імітаційне моделювання у програмному середовищі MATHCAD і MATLAB ... засвідчує достатню збіжність результатів теоретичних досліджень...», доцільно було б навести конкретні показники, які підтверджують збіжність експериментальних та теоретичних досліджень.

6. У розділі 4 більше уваги варто було приділити опису методики експериментальних досліджень та методики оцінювання збіжності (адекватності) результатів дорожніх випробувань та комп'ютерного моделювання.

7. На рисунках 2.3, 2.4, 4.13, 4.14, 4.15, 4.16 відсутній опис наведених графіків, що ускладнює їх сприйняття.

Наведені зауваження по роботі в цілому носять рекомендаційний характер щодо доцільності проведення в майбутньому додаткових досліджень за напрямом, що розглядається, та не ставлять під сумнів вихідні наукові положення та результати дослідження, які апробовані та впроваджені.

Висновки

На підставі викладеного вважаю, що дисертаційна робота Пельо Романа Андрійовича на тему «Підвищення паливоощадності автотранспортного засобу формуванням раціональних законів та алгоритмів перемикання передач трансмісії»:

1. Є самостійно виконаною, завершеною науково-дослідною працею, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності вирішують конкретну наукову-технічну задачу формування методології синтезу оптимальних законів перемикання передач в системі «двигун — ступенева механічна трансмісія — автомобіль», в межах якої цілком несуперечливо поєднуються вимоги керованості автомобіля, його динамічності паливної ощадності;

2. За своїм змістом, науковим рівнем, актуальністю і практичним значенням відповідає вимогам п. 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013р. № 567;

3. Відповідає спеціальності 05.22.02 – «Автомобілі і трактори», а саме пунктам: Трансмісії ДТЗ. Система «Двигун-трансмісія». Створення моделей функціонування системи. Оптимізація параметрів системи; Електронні системи керування агрегатами, механізмами та вузлами автомобілів і тракторів. Розроблення та дослідження ефективності й надійності їх функціонування; Паспорта спеціальності.

4. Здобувач Пельо Роман Андрійович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 — «Автомобілі і трактори».

Офіційний опонент
кандидат технічних наук,
старший викладач
кафедри автомобілів
і транспортних технологій
Луцького національного
технічного університету

В.М. Дембіцький

