

## ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, доцента Шуляка Михайла Леонідовича на дисертаційну роботу Пельо Романа Андрійовича на тему «Підвищення паливоощадності автотранспортного засобу формуванням раціональних законів та алгоритмів перемикання передач трансмісії», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори

Для відгук представлені дисертація, автореферат, копії опублікованих здобувачем робіт.

Детальний аналіз дисертації дозволяє сформулювати наступні узагальнені висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

### **1. Актуальність обраної теми**

Підвищення ефективності експлуатації автотранспортних заходів, за умови вартості паливо-мастильних матеріалів, що постійно збільшується, є актуальною науково-практичною задачею, вирішенням якої, може бути застосування автоматизованої системи управління агрегатами трансмісії.

Забезпечення паливоощадності автотранспортних засобів з використанням мехатронних систем вирішує низку питань з покращення екологічності двигунів, зменшенню токсичності відпрацьованих газів та підвищенню ресурсу елементів трансмісійної установки.

Необхідність забезпечити універсальність сучасної коробки передач та обмеження по вартості і матеріалоємності призводять до відмови сучасними виробниками від пристроїв плавного вмикання фрикціонів.

Світовий досвід вирішення проблеми автоматизації перемикання передач підтверджує актуальність обраного напрямку, бо провідні світові виробники

автоматичних коробок передач переходять до впровадження роботизованих коробок передач.

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

Тема дисертації відповідає науковому напрямку 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 сходи́нчастих трансмісіях автомобіля» (номер державної реєстрації 0107U009525) та «Аналіз і синтез інтелектуальних систем автомобіля» (номер державної реєстрації 0114U001688). Дисертаційна робота відповідає Стратегічному плану розвитку автомобільного транспорту та дорожнього господарства на період до 2020 року в Україні.

## **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Наукова новизна викладена у дисертаційній роботі полягає у формуванні науково-методологічних принципів / засад / алгоритмів синтезу оптимальних законів керування механічною сходи́нчастою трансмісією з умов паливної економності, режиму руху, який задає водій, і такої організації процесу перемикання передач фрикціонами, щоб не допустити розриву силового потоку, та відповідного автоматичного коригування режимів роботи двигуна під час і після процесу перемикання.

*Зауваження:* при формулюванні наукової новизни дисертаційної роботи необхідно було чітко визначити результати досліджень, які отримані *вперше*, *удосконалені* та *отримали подальший розвиток*.

Наукові положення дисертації отримані за допомогою наукових методів дослідження: системного підходу з використанням засобів формалізованого аналізу й синтезу на основі ретельно опрацьованих принципів індукції й дедукції; синтезу оптимальних законів перемикання передач здійснено методами аналітичного моделювання та комп'ютерного й натурного симулювання процесів

функціонування системи «двигун – трансмісія – автомобіль»; формалізованих методів апроксимації характеристик системи та її елементів.

### **Обґрунтованість і достовірність висновків дисертації**

- в першому висновку сформульована пріоритетність перемикавання передач, що задається умовами паливної ощадності в залежності від кількості передач механічної трансмісії. *Недолік висновку – не зрозуміло за яким критерієм визначається пріоритетність вищої, чи нижчої передачі;*

- в другому висновку оговорені переваги застосування фрикціонів для перемикавання передач у механічній трансмісії у порівнянні зі синхронізаторами чи кулачковими муфтами. *Недолік висновку – висновок декларативний, необхідно було довести оговорену перевагу, тим паче, що наявність фрикціонів істотно ускладнює конструкцію коробки передач;*

- у третьому висновку проаналізовані чотири алгоритми автоматичного коригування режимів роботи двигуна та обрано режим з безперечною перевагою. *Недолік висновку – у висновку зазначено, що критерії ефективності перемикавань взаємообумовлені й не суперечать один одному, чи означає це, що алгоритми g-керування та N-керування ідентичні?;*

- у четвертому висновку обмежено діапазон можливого використання алгоритму N-керування. *Недолік висновку – як зрозуміти термін «не впливатиме суттєво»? Необхідно було навести чисельні докази відсутності змін паливоощадності автомобіля;*

- у п'ятому висновку відображено організацію процесу перемикавання передач фрикціонами. *Недолік висновку – зазначено, що для режиму сповільнення процес перемикавання істотно відрізняється від прямих перемикавань під час розганяння у висновку це необґрунтовано;*

- доцільність наведення шостого висновку викликає сумнів, наведена констатація результатів дослідження та декларована його незавершеність;

- у сьомому висновку наведена інформація про експериментальні дослідження. *Недолік висновку – необхідно навести чисельне значення збіжності результатів досліджень. Поясніть необхідність*

*експериментального аналізу алгоритму М-керування, бо в третьому висновку цей алгоритм вже було відкинуто, як не ефективний?;*

*- у восьмому висновку наведена актуальність застосування методики організації процесів перемикання на основі синхронної паралельної роботи двох фрикціонів. Недолік висновку – наведіть конкретні теоретичні, чи експериментальні дослідження, які підтверджують актуальність методики для гідродинамічних передач.*

Достовірність наведених у роботі висновків і рекомендацій підтверджена теоретичними та експериментальними результатами дослідження. Наукова новизна в повному обсязі відображена у висновках дисертації.

**Практична цінність одержаних результатів** полягає у формуванні науково-методологічних засад синтезу оптимальних законів керування сходячою (ступеневою) трансмісією та синтезу режимів перемикання передач за допомогою фрикціонів з одночасним автоматичним коригуванням режимів роботи двигуна під час і після перемикання, які підтвержені відповідними актами про впровадження результатів дисертаційної роботи у ТзОВ «Автополіпром» та про використання у навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка».

#### **4. Характеристика основного змісту дисертації**

Дисертаційна робота містить вступ, основну частину, яка складається з чотирьох розділів, висновки, список використаних джерел, який складає 131 джерело. Повний обсяг дисертації – 211 сторінки, зокрема 155 сторінок основного тексту, вона містить 73 рисунки, 3 таблиці, 3 додатки.

У першому розділі виконаний огляд відомих досліджень і публікацій у сфері автоматизації управління транспортних автомобілів та тракторів з гідромеханічними та комбінованими гідростатично-механічними трансмісіями. Виявлена актуальність досліджень спрямованих на розвиток мехатронних систем перемикання передач та електронних систем управління паливоподачею. Розглянуті алгоритми керування режимами роботи фрикціонів / зчеплень і двигуна та підтверджена актуальність їх використання.

*Зауваження до першого розділу:*

- незрозуміло, яким чином можна розрахувати питому продуктивність легкового автомобіля, оскільки за формулою (1.1) на стор. 36 маса вантажу буде дорівнювати нулю. Якщо дана залежність використовується для транспортних операцій вантажних автомобілів, то необхідно було б це зазначити;

- в розділі досить суттєво розглядаються критерії оптимізації автоматизованої трансмісії, їх недоліки та переваги, проте так і не робиться висновок та немає остаточного вибору критеріїв;

- не приділено увагу, при аналізі існуючих досліджень, ні впливу технічного стану трансмісії на зміну карти перемикування, ні останньої на надійність та ресурс елементів трансмісійної установки;

У другому розділі наведено результати досліджень взаємозв'язку між параметрами (передатними відношеннями) механічної коробки передач та оптимальними законами перемикування передач з умов паливної економії.

*Зауваження до другого розділу:*

- на стор 75 відмічається, що ізолінії  $Q_t(N_e, \omega_e) = const$  мають точки локального екстремуму, проте ніде за текстом дане твердження не доводиться;

- на стор. 83 зазначено незмінність ККД трансмісії при перемикуванні передач. На скільки дане твердження відповідає дійсності і які похибки в розрахунках виникають при введенні даного припущення;

- згідно з рис. 2.9 (стор. 91) IV передача є такою, яка може, в усіх випадках, бути замінена III, або V. Виникає питання про доцільність існування такої передачі в ряді передач;

В третьому розділі з використанням простої (з низкою припущень) двомасової еквівалентної динамічної схеми автомобіля розроблено чотири алгоритми автоматичного керування / управління режимами роботи двигуна під час перемикувань передач за допомогою двох фрикціонів, що одночасно працюють (або двох зчеплень за DSG-схемою). Виявлені переваги та недоліки форсованих та не форсованих способів керування двигуном.

*Зауваження до третього розділу:*

- чим обґрунтовується вибір лінійного закону роботи фрикціонів, що наведений на стор. 106 (рівняння (3.11))? Тим паче, що на рис. 3.3 усі наведені характеристики не лінійні?

- на стор. 126 наведені теоретичні значення витрати палива для вантажного автомобіля при «сумарному коефіцієнті дорожнього опору 0,015». Проте, в математичних моделях розділу даний коефіцієнт відсутній. Тож яким чином враховувались дорожні умови при проведенні теоретичних досліджень?

- на початку розділу декларовано питання мінімізації енергетичних витрат, проте за текстом задача оптимізації (мінімізації) в явній формі не вирішувалась. Як саме забезпечувалась мінімізація втрати палива?

Четвертий розділ присвячено експериментальним дослідженням відтворення автомобілем низки програм руху, під час яких відбувалося перемикання передач відповідно, «вгору» і «вниз» у командному й автоматичному режимах. Оцінена достовірність результатів моделювання перемикань передач у середовищі MATHCAD і MATLAB.

*Зауваження до четвертого розділу:*

- сторінки, на яких наведений рисунок на 100% площі сторінки, не нумеруються;

- як зрозуміти те, що технічний стан автомобіля, який досліджується «загалом відповідає» паспортним даним? По-перше, що розуміється під словом «загалом»; а по-друге, технічний стан автомобіля не перевіряють за його паспортом;

- на скільки правомірним є спосіб визнання коефіцієнту опору коченню за досягненням швидкості у 100 км/год (стор. 173)? Відомо, що даний коефіцієнт визначається не тільки станом опорної поверхні, а і гуми колеса, про що взагалі не йдеться мова при проведенні дослідження;

- на стор. 179 говориться про «істотне покращення дотримання програми руху». Чим саме це покращення виміряне і охарактеризоване?

## **5. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях**

Основні результати досліджень опубліковано у 15 статтях, з них 13 у наукових фахових виданнях України та одна стаття у науковому фаховому виданні України, яке входить до міжнародної наукометричної бази даних Index Copernicus, одна стаття у науковому періодичному виданні іншої держави (Польща), а також у 20 тезах доповідей на наукових конференціях.

Апробацію основних результатів дослідження здійснено на: 7-14-му міжнародних симпозіумах українських інженерів-механіків у Львові (2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017 та 2019 рр.); 64-й Науково-практичній конференції науково-педагогічних працівників, аспірантів, студентів та структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Львів, 2008 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених та студентів (м. Донецьк, 2011 р.); 3-6-й міжнародних науково-практичних конференціях: «Теорія і практика раціонального проектування, виготовлення і експлуатації машинобудівних конструкцій» у Львові (2012, 2014, 2016 та 2018 рр.); 6-й та 8-й міжнародних науково-практичних конференціях «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» у м. Вінниця (2013 та 2015 рр.); 15-й відкритій науковій конференції Інституту прикладної математики та фундаментальних наук Національного університету «Львівська політехніка» (2018 р.).

Результати дисертаційної роботи є достатньо повно апробованими та оприлюдненими.

## **6. Відповідальність дисертаційної роботи встановленим вимогам**

Тема дисертаційної роботи, її об'єкт та предмет дослідження відповідають поставленій меті – розробити методику синтезу оптимальних законів перемикавання передач у системі «двигун – сходи́нчаста (ступенева) механічна трансмісія – автомобіль», в межах якої моменти перемикавання вибирають залежно від умов паливної економії, заданого водієм режиму руху та організації процесу перемикавання передач за допомогою фрикціонів без розриву силового потоку і відповідного автоматичного корегування режиму роботи двигуна.

Дисертація і автореферат написані діловою українською мовою з дотриманням наукового стилю. Основні положення, що наведені у авторефераті, співпадають з дисертацією.

#### **7. Дискусійні питання та зауваження щодо дисертаційної роботи**

Повний аналіз дисертаційної роботи дозволяє вказати на деякі дискусійні питання та недоліки:

- робота має назву «Підвищення паливоощадності автотранспортного засобу формуванням раціональних законів та алгоритмів перемикання передач трансмісії» проте у висновках акцент на зменшенні витрати палива за рахунок застосування рекомендацій обґрунтованих у дисертаційній роботі не ставиться;

- при синтезі алгоритму керування механічною сходящою трансмісією за умов паливної оощадності не враховується формування залишкового ресурсу елементів трансмісії.

#### **Загальний висновок**

Дисертаційна робота Пельо Романа Андрійовича спрямована на розв'язання актуальної наукової проблеми підвищення паливоощадності автотранспортного засобу є закінченою науково-дослідною роботою, яка відповідає вимогам МОН України пунктів 9, 11, 12 «Порядок присудження наукових ступенів» затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 24.07.2013 № 567, та паспорту спеціальності 05.22.02 – автомобілі та трактори, а її автор, Пельо Роман Андрійович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори.

Офіційний опонент професор кафедри  
тракторів і автомобілів  
Харківського національного  
технічного університету сільського  
господарства ім. Петра Василенка  
доктор технічних наук, доцент



М.Л. Шуляк

ЗАВІДЧУЮ

Керівник зводу дипломів ХНУСГ