

Голові разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету
вул. Ярослава мудрого, 25, м. Харків,
61002

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук, професора Калініна Є.І. на дисертаційну роботу **Ткаченка Олександра Сергійовича** на тему «Покращення енергоефективності легкових автомобілів раціональним вибором параметрів моторно-трансмісійної установки», що представлено на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт», галузь знань 27 – «Транспорт»

Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження.

Енергоефективність легкових автомобілів є одним із ключових завдань сучасного автомобілебудування і транспортної галузі. Це пов'язано з кількома факторами: зростанням цін на паливо, необхідністю зниження викидів вуглекислого газу для боротьби зі зміною клімату, а також прагненням до підвищення енергоефективності транспортних засобів. В умовах глобального переходу до сталого розвитку і посилення екологічних норм, дослідження методів оптимізації споживання палива стає особливо актуальним.

Швидкість автомобіля має значний вплив на його паливну економічність. Під час руху на високих швидкостях збільшується аеродинамічний опір, що призводить до зростання витрати палива. Однак зниження швидкості також вимагає оптимізації роботи двигуна внутрішнього згоряння, трансмісії та інших систем автомобіля для досягнення максимальної ефективності. У зв'язку з цим, тема дисертація, що розглядається, є актуальною.

Ступінь новизни, обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Результати досліджень викладено у висновках до кожного розділу, а також у дев'яти загальних висновках:

Висновок перший сформований на аналізі стану питання підвищення енергоефективності транспортних засобів. Висновок має інформаційний характер.

Висновок другий інформує про результати аналітичного розрахунку потужності двигуна, що витрачається на рух автомобіля, за виразом, який отриманий автором для оцінювання зазначеного показника, що дозволяє у подальшому здійснювати раціональне проектування транспортних засобів за критеріями енергоефективності.

Висновок третій свідчить про доцільність використання запропонованого методу раціонального зменшення максимальної ефективної потужності двигуна за рахунок зменшення запасу потужності, що дозволяє зменшити максимальну паспортну ефективну потужність двигуна автомобіля ЗАЗ-1103 «Славута» на 31%.

Висновок четвертий інформує, що закони керування крутним моментом і потужністю двигуна, за умови забезпечення комфортабельності, дозволяють зменшити витрати потужності двигуна при регулюванні прискорення у порівнянні з нерегульованим розгоном.

Висновок п'ятий інформує, що автором визначено показник технічного рівня динамічних властивостей автомобіля – початкове прискорення, яке виникає в момент його рушання з місця. Також у висновку відзначено раціональне значення передавального числа коробки передач (4,183-5,074), що визначене автором, в залежності від маси автомобіля.

Висновок шостий інформує про визначення взаємозв'язку між ступенем використання максимальної потужності двигуна і відносним зменшенням ефективної втрати палива для двигуна з безпосереднім упорскуванням бензину.

Висновок сьомий свідчить про доцільність раціонального зниження потужності двигуна за запропонованою автором методикою (зниження ефективної потужності дозволяє для карбюраторного бензинового двигуна знизити витрати палива на 9,5 %). У висновку також зазначено сфери застосування запропонованої методики.

Висновок восьмий інформує про підтвердження експериментальними дослідженнями наявності запасу потужності двигуна, обумовленого меншими фактичними значеннями аеродинамічного опору у порівнянні із розрахунковими, що отримані за класичною теорією.

Висновок дев'ятий інформує про можливість збільшення максимальної швидкості руху автомобіля ВАЗ-21099, за результатами експериментальних досліджень, на 11,7 %

Результати дисертації Ткаченка О.С. отримані, спираючись на ґрунтовний аналіз досліджень функціонування моторно-трансмісійної установки транспортного засобу та формування його силового балансу, а також підходів до моделювання взаємодії автомобіля з навколишнім середовищем при зміні швидкості руху машини. Окрім цього, у дисертаційній роботі проведено аналіз зміни передавальних чисел трансмісії в залежності від зменшеної потужності двигуна для забезпечення сталих динамічних показників транспортного засобу, коректно та змістовно застосовані чисельні методи теоретичної механіки та непрямі метод оптимізації параметрів математичної моделі.

Наукова та практична цінність дисертаційної роботи

У дисертаційній роботі Ткаченко О.С. отримано наступні нові наукові результати:

1) **Вперше** визначено передатне число коробки передач на нижній передачі, яка за умови реалізації максимального початкового прискорення при торканні автомобіля з місця повинно знаходитися у межах 4,183 – 5,074.

2) **Вперше** проведено визначення запасу потужності на ведучих колесах, який формується в наслідок використання при розрахунках збільшеного постійного значення лобового коефіцієнта аеродинамічного опору, (незалежного від швидкості).

3) **Вперше** запропоновано метод раціонального зменшення максимальної ефективної потужності двигуна за рахунок зменшення запасу потужності при збереженні потрібних показників динамічних властивостей автомобіля.

4) **Удосконалено** метод вибору раціональних передатних чисел головної передачі і коробки передач в напрямку врахування зміни по швидкості лобового коефіцієнту аеродинамічного опору.

5) **Отримали подальший розвиток** закони управління ефективним крутним моментом і ефективною потужністю двигуна у напрямку забезпечення комфортабельності пасажирів і збереження вантажу при розгоні автомобіля.

6) Успішно **пройшли апробацію** методики раціонального зменшення максимальної ефективної потужності двигуна і вибору передатних чисел головної передачі і коробки передач автомобіля.

Структура і склад дисертаційної роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та двох додатків. Загальний обсяг роботи складає 113 сторінок.

Вступ присвячений актуальності теми, визначається мета, завдання для її досягнення, об'єкт та предмет, методи дослідження. Представляється наукова новизна отриманих результатів, особистий внесок автора, практичне значення роботи, апробація і кількість публікацій за темою дослідження.

Перший розділ присвячений аналізу відомих досліджень з енергоефективності легкових автомобілів та методів її оцінки в умовах експлуатації. Доведено, що, на сьогоднішній день, відома залежність для визначення коефіцієнту лобового аеродинамічного опору потребує перегляду підходу до вибору максимальної ефективної потужності двигуна на етапі проектування автомобіля, а зміна методики вибору максимальної ефективної потужності двигуна повинно призвести до перегляду тягового розрахунку автомобіля в частці обирання передавальних чисел трансмісії.

Другий розділ присвячений теоретичному дослідженню можливості зниження потужності двигуна при збереженні рівня динамічних властивостей автомобіля. Синтезована оновлена математична модель аеродинамічного опору рух автомобіля, що дозволила, запропонувати методику вибору максимальної ефективної потужності двигуна на етапі проектування та визначити раціональні значення потужності і передавальних чисел трансмісії автомобіля ЗАЗ-1103 «Славута».

Третій розділ присвячений теоретичному дослідженню можливості підвищення енергоефективності автомобілів при раціональному зниженні потужності двигунів. Визначено взаємозв'язок між ступенем використання максимальної потужності двигуна та відносною зміною ефективної питомої витрати палива карбюраторного бензинового двигуна з безпосереднім впорскуванням бензину та дизеля.

Встановлено, що раціональне зниження ефективної потужності двигуна автомобіля ЗАЗ-1103 «Славута» дозволяє для КБД на 9,5 % знизити витрату палива, а для двигунів з безпосереднім впорскуванням бензину та дизеля, навпаки, це приводить до збільшення витрати палива на 6,7 % та 20,3 % відповідно.

Четвертий розділ описує експериментальні дослідження динамічних параметрів легкового автомобіля. В результаті проведених досліджень було підтверджено гіпотезу наявності запасу потужності двигуна, обумовленого

меншими фактичними значеннями аеродинамічного супротиву руху у порівнянні з розрахунковими за класичною теорією.

У **висновках** представлені основні результати дослідження. Загалом, положення та висновки автора після опрацювання значної кількості теоретичного матеріалів і проведення практичної апробації є достовірними та обґрунтованими.

У **додатках** автор наводить повний перелік наукових публікацій, в яких викладений зміст роботи, та акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих на тему дисертації. Наукові положення дисертації опубліковано в 13 працях, серед яких 1 стаття у виданні, що включено до міжнародної наукометричної бази даних Scopus, 3 статті у наукових фахових виданнях України, 9 тез доповідей у матеріалах наукових конференцій.

Виконання положень академічної доброчесності. Наведені в дисертації результати є новими, робота не містить запозичень наукових результатів інших авторів без відповідних посилань на їх дослідження, що відповідає вимогам академічної доброчесності.

Недоліки та зауваження.

- немає необхідності наводити в роботі загальновідомі визначення та величини, якщо їх позначення відповідає загальноприйнятому (наприклад, величина π в рівнянні (1.2) на стор. 17);

- твердження, що «витрати енергії двигуна, що припадають на одиницю шляху, який пройдено, можуть бути показником та критерієм енергоефективності автомобіля» слід було б уточнити, оскільки, як відомо, ефективність вантажного автомобіля може визначатись не шляхом, а вантажем, що перевозиться, а для

електромобілів даний показник взагалі неприйнятний, про що говорить і сам автор на стор. 16;

- в першому розділі доцільно було б окремо розглянути сучасні закордонні методи та пристрої для збільшення енергоефективності автомобіля;

- з підрозділу 2.1.1 незрозуміло, яким чином зміна показників навколишнього середовища (температура та вологість повітря, сила та напрям вітру тощо) впливає на вибір максимальної потужності двигуна, адже з залежностей (2.1) та (2.2) випливає, що розрахунок проведено при 0°C та нульовій вологості повітря, що неможливо в реальних умовах експлуатації;

- з тексту роботи незрозуміло, чому після перетворення залежності (2.69) в (2.70) в останній відсутня постійна інтегрування. Якщо $C_1 = 0$, то треба було б пояснити та довести дане значення;

- на стор. 50 зазначено, що « n – показник ступеня, який залежить від типу автомобіля та форми його кузову». Однак не наведено жодної залежності n від зазначених показників, що унеможлиблює аналіз зміни n в залежності від конструктивних та геометричних показників автомобіля;

- на стор. 64 зазначено, що величина $[F(u_{KH})]_{\max}$ дорівнює 2,831 «для більш важких автомобілів» та 2,171 «для менш важких». Дані класифікаційні ознаки потребують уточнення, адже в жодних літературних джерелах не використовуються;

- з тексту роботи незрозуміло, чому для апроксимації залежності $\delta g_e(\delta N_e)$ «доцільно використовувати» саме ступеневу залежність (3.3), що наведена на стор. 71;

- виникає питання про доцільність аналізу ефективності роботи карбюраторного двигуна, який наразі не має широкого використання. Чи є можливість розширити дані розрахунки на інші види двигунів? Як при цьому зміниться математичний апарат?

- з розділу 4 не зрозуміло, чи проводилось тарування датчиків прискорення, і яким чином це забезпечувалось;

- не зрозуміло, чим можна пояснити суттєві розбіжності в показниках зміни прискорення автомобіля при різних шинах на графіках, що наведені на рис. 4.10 (на 9 сек) та рис. 4.11 (на 13 та 15 сек).

Висновок. Вважаю, що за актуальністю обраної теми, обсягом і рівнем виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, обґрунтованістю висновків і їх достовірністю, науковою новизною дослідження та значенням отриманих результатів для науки і техніки дисертаційна робота задовольняє вимогам «Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у закладах вищої освіти (наукових установах)», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 261 від 23 березня 2016 р. та «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р., а її автор, Ткаченко Олександр Сергійович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 274 – Автомобільний транспорт.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри тракторів і автомобілів
Національний університет біоресурсів
і природокористування України

Євген КАЛІНІН

