

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Мазіна Олексія Сергійовича** «Підвищення енергоефективності автомобілів при маневруванні зниженням непродуктивних втрат енергії», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

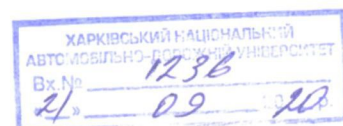
Для надання відгуку надані дисертація, автореферат та копії опублікованих праць, детальний аналіз яких дозволяє сформулювати наступні узагальнені висновки щодо актуальності і ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендація, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

Актуальність теми дисертації

Висока вартість і обмежені запаси енергоресурсів вимагають постійної роботи по вдосконаленню конструкції і підвищення ефективності використання енергії автомобілів, оскільки автомобільний транспорт є одним з основних споживачів енергоносіїв. Однак, повне використання енергії двигуна можливо не тільки при зведенні до мінімуму непродуктивних втрат в двигуні і трансмісії. Окремим питанням стоять втрати енергії, які пов'язані з порушенням технічного стану автомобіля і наслідків, які викликані даним явищем. Тільки врахування таких додаткових факторів енергетичного балансу автомобіля забезпечує отримання його високої енергетичної ефективності, що підтверджує актуальність теми дисертаційної роботи.

Актуальність теми також підтверджується виконанням комплексом науково-дослідних робіт за науковими темами Харківського національного автомобільно-дорожнього університету та актом впровадження:

– план науково-дослідної роботи «Аналіз, розробка і оптимізація конструктивних і технологічних методів підвищення ресурсу автотранспортних систем при виробництві і ремонті» (№0115U001609);



– держбюджетної науково-дослідної роботи «Енергозберігаючі маловитратні технології створення та ремонту гібридних транспортних засобів різного призначення» (№0119U001298).

Основні наукові положення, висновки і рекомендації, що сформульовані у дисертації, ступінь їх обґрунтованості і достовірності

Наукові положення, висновки і рекомендації, які сформульовані в дисертаційній роботі, достатньо обґрунтовані за рахунок використання математичного моделювання, електричних методів виміру фізичних величин та застосування сучасних методів збору, обробки та аналізу інформації.

Достовірність одержаних результатів, що полягають у встановленні взаємозв'язків між непродуктивними витратами енергії двигуна та показниками маневреності і технічного стану автомобіля, не викликають сумніву.

Теоретичні обґрунтування і натурні випробування, що наведені в дисертаційній роботі, виконані коректно та на високому науковому рівні.

Висновки, які сформульовані в дисертаційній роботі, містять нові наукові положення, що дозволяють покращити властивості маневреності автомобілів за рахунок зниження невиробничих витрат енергії у процесі експлуатації та підтверджують актуальність проведеного дослідження.

Наукова новизна дисертаційної роботи

вперше:

– отримано коефіцієнт взаємозв'язку між потужністю на колесах і кінетичною енергією поступального руху автомобіля та за допомогою цього коефіцієнту визначено раціональну швидкість руху;

– визначено коефіцієнт зв'язку між кінетичною енергією і початковим прискоренням автомобіля при розгоні, що дозволяє проводити періодичну перевірку технічного стану та оцінку функціональної стабільності за цим показником;

– визначено вплив дисбалансу і окружного люфту направляючих коліс автомобіля на додаткові витрати енергії двигуна;

удосконалено:

– методи оцінки енергетичної завантаженості автомобіля, що на відміну від відомих дають можливість кількісного визначення показників рівня енергетичної завантаженості та енергетичної ефективності;

отримали подальший розвиток:

– метод оцінки витрат потужності двигуна на поворот автомобіля, що на відміну від відомих дозволяє визначити та зменшити витрати енергії;

– метод оцінки впливу коливань підвіски та направляючих коліс, що на відміну від відомих дозволяє враховувати дисбаланс коліс;

– теорія руху автомобіля «крабом» у напрямі визначення витрат потужності і енергії двигуна.

Практичне значення роботи

Основні результати дисертаційної роботи, які доведені до методичних та практичних рекомендацій, дозволяють розробити нові методи діагностування технічного стану та зниження енергетичних витрат автомобіля в процесі експлуатації. Практичне використання отриманих результатів спрямовано на досягнення економічного ефекту від впровадження обов'язкового балансування направляючих коліс вантажних автомобілів. Результати проведених досліджень упроваджено на ДП «Харківський завод спеціальних машин».

Дослідження за темою дисертації доцільно розвивати в напрямку оцінювання експлуатаційних параметрів автомобіля за різних умов його експлуатації.

Характеристика основного змісту дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків.

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертації, сформульовані мета і задачі дослідження, викладені наукова новизна та практична значимість отриманих результатів, наведені дані про особистий внесок, публікації та апробацію наукових розробок.

У першому розділі «Аналіз відомих методів і засобів забезпечення маневреності автомобіля» виконано аналіз визначень, що відносяться до маневреності як складної експлуатаційної властивості автомобіля. Встановлено, що маневреність є динамічною властивістю автомобіля не тільки при повороті, а також при розгоні, гальмуванні, русі «крабом» і інших випадках. Зазначено, що існує проблема визначення енергоперетворюючих показників автомобіля при нетрадиційних способах маневрування. Автором наголошується, що для поліпшення показників маневреності автомобіля необхідно зменшити непродуктивні витрати енергії і потужності двигуна.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

- метою дослідження визначено підвищення безпеки руху, проте в аналізі літературних джерел дане питання не розглядається;
- по тексту розділу згадується поняття «динамічні властивості автомобіля», однак, не зрозуміло яка саме властивість (або декілька властивостей) є пріоритетними при дослідженні маневреності автомобіля;
- відомо, що маневреність автомобіля суттєво залежить від його конструктивних особливостей. Так, у двовісного автомобіля зі всіма керованими колесами мінімальний радіус повороту в два рази менше, ніж у подібного автомобіля з передніми керованими колесами. Слід було більш детально підійти до питання вибору конструкції автомобіля, яка досліджується в роботі;
- якщо казати про втрати енергії як про діагностичний параметр стану, то слід було приділити увагу питанню кількісної оцінки технічного стану рульового керування автомобіля: навести нормальні, номінальні, допустимі та граничні значення параметрів стану з оцінкою можливості їх перерахування на енергетичні показники автомобіля в цілому.

У другому розділі «Оцінка витрат енергії на маневрування автомобіля» проведено оцінку витрат енергії на маневрування автомобіля. Запропоновано науково-методичний підхід до використання рівня кінетичної енергії поступального руху в якості одиниці вимірювання основних і додаткових витрат енергії на рух, що дозволяє здійснити як кваліметричну оцінку рівня керованості і маневреності автомобіля, так і оцінку його технічного стану. Отримані залежності, що дозволяють обґрунтувати раціональну швидкість автомобіля, оцінити рівень його енергетичної завантаженості та визначити витрати ефективної енергії двигуна на виконання маневру автомобіля різними способами.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

– на стор. 45 зазначено, що $K_{осн}$ – коефіцієнт, який пов'язує величину потужності на колесах з кінетичною енергією поступального руху автомобіля. Однак, вже на стор. 49 даний коефіцієнт відноситься до потужності на валу двигуна. Наскільки твердження про те, що потужності на колесах та валу двигуна рівноправні в даному випадку, є справедливим?

– потребує детального вивчення та аналізу раціональна швидкість автомобіля, результати розрахунку якої наведені в табл. 2.4 (стор. 58). За наведеними даними можна зробити висновок, що, наприклад, автомобіль ГАЗ-21 є нераціональним, оскільки в будь-яких умовах не може досягти раціональної швидкості ($V_{a\text{ рац}} > V_{\max}$).

– на стор. 67 зазначено, що коефіцієнт K_w дозволяє здійснювати оцінку рівня основних і додаткових затрат енергії двигуна на рух автомобіля і зі збільшенням маси автомобіля (за мінімально допустимого радіусу повороту) даний показник зменшується. На скільки це відповідає дійсності, адже відомо, що збільшення інерційних показників тіла призводить, за визначенням інерції, до збільшення зусилля, необхідного для зміни траєкторії руху останнього, а, отже, і до збільшення затрат енергії на дану зміну?

– відомо, що, наприклад, використання теореми про зміну кінетичної енергії системи дозволяє оцінити динаміку останньої за роботою системи зовнішніх сил, яка прикладена до тіла. Чи не є більш зручним використання роботи сили, ніж кінетичної енергії, як величини, що є спорідненою до поняття потужності, яке досить широко використовується в теорії автомобіля?

– поняття кінетичної енергії включає в себе швидкість руху машини, величина якої визначається не тільки масо-геометричними показниками автомобіля, але і умовами роботи колеса (коефіцієнт зчеплення, деформація несучої поверхні, наявність в плямі контакту шару льоду чи води і т.п.). Представляє науковий інтерес дослідження впливу стану несучої поверхні на зміну кінетичної енергії автомобіля, яке, нажаль, не було проведено.

У третьому розділі «Вплив технічного стану автомобіля на додаткові витрати енергії і потужності двигуна» визначено вплив технічного стану автомобіля на додаткові витрати енергії. Отримані аналітичні залежності, що дозволяють визначити додаткові витрати енергії двигуна, які обумовлені коливаннями спрямовуючих коліс автомобіля за наявності їх дисбалансу і окружного люфту та коливаннями непідресорених мас.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

– на стор. 93 наведена залежність (3.38), яка дає можливість оцінити додаткові витрати енергії двигуна, що викликані малими коливаннями спрямовуючих коліс автомобіля відносно свого нейтрального положення. Акад. Чудаковим Є.О. було доведено (Чудаков Е.А. Качение автомобильного колеса. – М.: Машгиз, 1948, 200 с.) про необхідність врахування розвалу-сходження коліс при вивченні їх параметричних коливань, проте кути нахилу спрямовуючих коліс в обох площинах в залежність (3.38) не входять. Чим це можна пояснити?

– за текстом розділу незрозуміла невідповідність законів зміни ΔN_e , залежності якої від швидкості руху автомобіля наведені на рис. 3.6 (стор. 108) та рис. 3.8 (стор. 109). Дійсно, при збільшенні швидкості машини збільшується осциляція її непідресорених мас і, як наслідок, зростає

величина додаткових втрат потужності двигуна, як це наведено на рис. 3.6. Однак, з погіршенням технічного стану автомобіля даний ефекти нівелюється (відповідно до рис. 3.8). Чим це можна пояснити?

— для оцінки погіршення технічного стану автомобіля використовується, наприклад, зниження коефіцієнту демпфування амортизаторів на ході стискання. Доцільно було навести не тільки даний показник а і середній пробіг, або наробіток, що відповідає даному зниженню;

— більш інформативними були б залежності, які б показували зміну втрат енергії та потужності двигуна в залежності від зміни технічного стану автомобіля з часом. Такі б залежності (в якості номограм) можна було б використовувати для прогнозування та діагностування ресурсу елементів автомобіля в більш повному обсязі ніж залежності, які наведені, наприклад, на рис. 3.3 (стор. 97).

У четвертому розділі «Експериментальні дослідження впливу дисбалансу направляючих коліс на динамічні властивості автомобіля» наведені програма-методика та результати експериментальних досліджень впливу дисбалансу спрямовуючих коліс на динамічні властивості автомобіля. Дослідження є новими, а їх результати достатньо обґрунтовані і мають наукову новизну та практичну значимість.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

— враховуючи залежність маневреності автомобіля від кількості вісей та переднього чи заднього приводу, більш доречними були б порівняльні дослідження для легкових автомобілів з переднім та заднім ведучим мостами і вантажних автомобілей з двома та трьома вісями. Такі експериментальні дослідження дозволили б сформувати репрезентативну вибірку та провести повнофакторний експеримент;

— за назвою дисертаційної роботи, вивчається маневрування автомобіля в найбільш широкому розумінні цього слова: поворот, гальмування, розгін, рух «крабом» і т.п. Однак, експериментальні

дослідження проведені тільки при розгоні та вибігу. Доцільніше було розширити експериментальні дослідження, вивчивши і поворот автомобіля, оскільки саме він характеризується іншою динамічною картиною;

– на рис. 4.9 та 4.10 (стор. 120, 121) і рис. 4.16 та 4.17 (стор. 131) наведені графіки зміни у часі лінійних прискорень та швидкості автомобілів. Причому, залежності лінійних прискорень від часу усереднені та, судячи з їх характеру, позбавлені білих шумів за допомогою спеціальних фільтрів, однак це не відмічено за текстом розділу;

– висновок 4 за розділом (стор. 139) є декларативним, оскільки в ньому не наведені числові значення «інтенсивного збільшення додаткових витрат енергії...».

У п'ятому розділі «Розрахунок економічного ефекту від впровадження обов'язкового балансування направляючих коліс вантажних автомобілів» проведено оцінку додаткових витрат енергії двигуна і витрат дизельного палива на прикладі автомобіля Урал-4320. Встановлена додаткова об'ємна витрата літнього та зимового дизельного пального (1,271 та 1,242 л/100км, відповідно) при відсутності балансування коліс автомобіля та розрахований річний економічний ефект від впровадження обов'язкового балансування в розмірі 21290,13 грн.

За змістом розділу можна зробити зауваження про завищене значення середньорічної вартості 1 л дизельного палива (стор. 145).

Достовірність і новизна висновків та результатів дисертації

Основні результати послідовно відображені у висновках за кожним розділом і дев'яти загальних висновках дисертаційної роботи. Відносно обґрунтованості і достовірності кожного висновку можна зробити наступні зауваження.

Перший висновок базується на аналізі літературних джерел, що стосуються дослідження маневреності колісних машин. Автор обґрунтовано пропонує розширити методи аналізу маневреності автомобіля за рахунок

оцінки затрат енергії на маневрування. Слід було у висновку звернути увагу на зв'язок маневреності з безпекою руху, як це зазначено в меті дослідження.

Другий висновок стосується можливості використання кінетичної енергії автомобіля в якості оцінки ефективності енергоперетворення автомобіля та його маневреності і технічного стану. Зауважень немає.

Третій висновок науково обґрунтований, має наукове і практичне значення. Зауважень немає.

Четвертий висновок достовірний, стосується показника рівня енергетичного навантаження автомобіля, за допомогою якого можливе обґрунтування максимальної ефективної потужності двигуна. У висновку слід було, для більшої наочності, навести граничні значення запропонованого показника.

П'ятий висновок достовірний, базується на результатах теоретичних досліджень. Зауважень немає.

Шостий та сьомий висновки достовірні, обґрунтовують, на основі теоретичних досліджень, раціональні швидкості руху автомобіля для забезпечення мінімізації осциляції спрямовуючих коліс в горизонтальній та вертикальній площинах і, отже, зниження додаткових витрат енергії на одиницю пройденого шляху. Зауважень немає.

Восьмий висновок достовірний, має практичну спрямованість, базується на результатах теоретичних та експериментальних досліджень. У висновку слід було навести похибки вимірювання для обох серій експериментів, а не тільки для вантажного автомобіля Урал-4320, або зазначити, що дані показники за обома автомобілями однакові.

Дев'ятий висновок інформує про можливість використання результатів дослідження при проведенні дослідно-конструкторських робіт з модернізації автомобілів. Висновок обґрунтований і вагомий. Зауважень немає.

Загальна оцінка розділу «Висновки»: висновки достовірні, мають наукову та практичну спрямованість. Наукова новизна роботи у повному обсязі відображена у висновках дисертації.

Повнота викладення наукових положень в опублікованих працях

Наукові положення та результати дисертаційної роботи опубліковані у 16 наукових працях: 7 публікацій у наукових фахових виданнях України (зокрема, 1 публікація у виданні, що індексується наукометричною базою Scopus та 6 публікацій у виданнях, які включені до інших міжнародних наукометричних баз), 6 тез у збірниках доповідей, 3 патенти України на корисні моделі. Зміст публікацій, які відображують наукову новизну роботи, в різних виданнях не повторюється.

Висновок

Дисертаційна робота Мазіна О.С. «Підвищення енергоефективності автомобілів при маневруванні зниженням непродуктивних втрат енергії» є актуальною і завершеною роботою, яка відповідає вимогам пунктів 9, 11 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету міністрів України від 24.07.2013 року №567 (зі змінами) та паспорту спеціальності 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту, а її автор, Мазін Олексій Сергійович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент

завідувач кафедри надійності, міцності, будівництва
та технічного сервісу машин імені В.Я. Аніловича
Харківського національного технічного університету
сільського господарства імені Петра Василенка,
доктор технічних наук, доцент

Є.І. Калінін

