

ВІДГУК

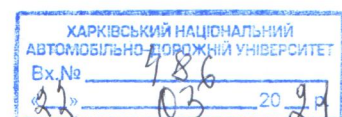
офіційного опонента на дисертаційну роботу **Потапова Миколи Миколайовича** «Підвищення ефективності функціонування елементів шасі повнопривідних колісних засобів транспорту», що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів 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, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

Актуальність теми дисертаційної роботи

Характерною особливістю блокованого приводу є наявність певного співвідношення між кутовими швидкостями коліс різних ведучих мостів. Для повнопривідних тягово-транспортних засобів з передніми і задніми колесами однакового діаметра їх кутові швидкості рівні. Теоретично повинні бути рівні і окружні швидкості коліс обох мостів, а зчїпна вага використовуватися повністю. Однак в реальності у тягово-транспортного засобу з блокованим приводом завжди є деяка кінематичне невідповідність між передніми і задніми колесами, яка виражається в тому, що їх дійсні колові швидкості дещо відрізняються одна від одної, в той час як осі, що жорстко пов'язані з остовом, повинні рухатися з однією поступальною швидкістю. Така неузгодженість може призводити до значних навантажень елементів транспортного засобу, знижуючи його наробіток на відмову. Тому тема дисертаційної роботи є актуальною.

Актуальність теми також підтверджується тим, що дослідження, які складають основу дисертаційної роботи, проведені відповідно з планом науково-дослідних робіт «Аналіз, розробка і оптимізація конструктивних і технологічних методів підвищення ресурсу автотранспортних систем при виробництві і



ремонті» (№ 0115U001609) та з держбюджетною науково-дослідною роботою «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

Основні положення дисертаційної роботи характеризуються науковою новизною одержаних результатів. Нові наукові доробки автора є результатом виконаних досліджень та дозволяють вирішити поставлену задачу шляхом використання методів теорії подібності, ймовірносно-статистичних методів, математичного апарату теорії коливань і теорії похибок в поєднанні з кореляційним аналізом. Автором використані сучасні підходи до вирішення поставлених наукових питань з підвищення ефективності функціонування повнопривідного автомобіля шляхом розробки методів та засобів покращення функціональної стабільності елементів шасі в усталеному та неусталеному режимах руху.

Наукові положення, висновки і рекомендації дисертаційної роботи обґрунтовані, а їх достовірність підтверджена сучасним методичним забезпеченням, відповідністю одержаних результатів теоретичних і експериментальних досліджень, науково-виробничою перевіркою та впровадженням результатів дослідження в ДП «Харківський автомобільний завод», ДП «Харківський завод спеціальних машин» та ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства».

Наукова новизна дисертаційної роботи

вперше

— запропоновано метод визначення характеру зміни енергії крутильних коливань у блокованій трансмісії повнопривідного автомобіля з урахуванням зміни в експлуатації радіусів його коліс;

удосконалено

– метод управління тиском повітря в шинах повнопривідного автомобіля, який, на відміну від існуючих, заснований на усуненні кінематичного розузгодження, що дозволяє підвищити функціональну стабільність елементів системи «трансмсія-колеса» автомобіля при різних режимах руху;

отримав подальший розвиток

– метод оцінки параметрів руху автомобільного колеса, який, на відміну від існуючих, враховує дію активного крутного моменту і штовхаючу силу, що характерно для випадку наявності кінематичного розузгодження у бездиференціального автомобіля з декількома ведучими мостами.

Практичне значення дисертаційної роботи

Основні результати дисертаційної роботи, які доведені до методичних та практичних рекомендацій, дозволяють розробити нові підходи до оцінки й підвищення функціональної стабільності елементів шасі повнопривідних автомобілів, а саме:

- метод визначення характеру зміни енергії крутильних коливань в блокованій трансмісії автомобіля в залежності від радіусів його коліс;
- метод оцінки параметрів руху автомобільного колеса при дії активного крутильного моменту і штовхаючої сили;
- метод мінімізації кінематичного розузгодження в трансмісії шляхом управління тиском повітря в шинах повнопривідного транспортного засобу з блокованою трансмісією.

Дослідження за темою дисертації доцільно розвивати в напрямку формування динаміки руху повнопривідного транспортного засобу з блокованим приводом на опорних поверхнях зі слабкою несучою здатністю.

Характеристика основного змісту дисертації

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

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання досліджень, визначено наукову новизну, практичне значення та цінність отриманих результатів.

У першому розділі «Аналіз відомих досліджень щодо підвищення ефективності функціонування елементів шасі повнопривідних колісних засобів транспорту» виконано огляд відомих досліджень з питань умов функціонування та динаміки повнопривідного автомобіля та існуючих методів підвищення ефективності функціонування елементів його шасі. В розділі відзначено найбільш ефективну схему приводу – блоковану, яка характеризується кінематичним розузгодженням, що призводить до зниження тягового ККД транспортного засобу в результаті недовикористання зчіпних властивостей коліс одного з мостів, підвищення енерговитрат на його рух та появи додаткового навантаження на елементи трансмісії з додатковими втратами потужності. Автором наголошується, що покращення експлуатаційних властивостей транспортного засобу з блокованим приводом можливе параметризацією силового та кінематичного ланцюгів з регулюванням внутрішнього тиску в шинах.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

– на стор. 49 зазначено, що ефект циркуляції потужності слід розглядати «з точки зору теорії коливальності». Однак ніде за текстом дане твердження не обґрунтовано;

– відомо, що перерозподіл ваги транспортного засобу в процесі експлуатації призводить до зміни вертикального навантаження на колесо, що, в свою чергу, веде до зміни умови руху колеса. Про це зазначається в роботі, однак не зрозуміло, чому дане питання не розкрито більш повно, оскільки можна стверджувати, що вертикальне навантаження на колесо – один з найголовніших факторів, що визначає динаміку еластичного пневматика;

– на стор. 57 відмічено, що «змінюючи тиск повітря в шині ... можна отримати зміну радіуса кочення в веденому режимі до 4%». Однак на стор. 56 зазначається, що «допуск на виготовлення шин – 3% на вільний радіус колеса».

Отже, зміна радіусу шини зі зміною тиску може бути на рівні $4 - 3 = 1\%$? На скільки така величина є суттєвою при формування динаміки колеса?

– висновки 1 та 7 за розділом суперечать один одному. «Існуючі пристрої автоматичного регулювання тиску в шинах...» які «...не здатні своєчасно та адекватно реагувати на зміни...», як відмічено у сьомому висновку, апріорі не можуть бути «найбільш ефективними...», про що зазначено у першому висновку.

У другому розділі «Теоретичне дослідження робочих процесів в системі «трансмсія – колеса» повнопривідних колісних засобів транспорту» розроблена математична модель деформації кручення валу трансмісії, до якого прикладені статичні та динамічні навантаження, на основі якої синтезовано метод визначення характеру зміни енергії крутильних коливань у блокованій трансмісії повнопривідного автомобіля. Проведені експериментальні дослідження з визначення моментів інерції складальних одиниць трансмісійної установки легкового автомобіля та, на базі комп'ютерного моделювання, встановлено характер впливу радіусу ведучих коліс на коливання енергії в останній.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

– не зрозуміло, чому при проведенні теоретичних досліджень автором використані позначення механічних характеристик, які не відповідають загальновідомим. Так, наприклад, кут зсуву (згідно Тимошенко С.П. Соппротивление материалов. – Т.1. – М.: Наука, 1965. – 363 с.) прийнято позначати через γ , а дотичні напруження – через τ , а не ϕ та g , відповідно, як це зроблено в роботі;

– за текстом розділу не зрозуміло, навіщо автором розроблена теорія деформації суцільного валу круглого перетину, якщо для результатів, отриманих в роботі, вистачило би теорії кручення та енергетичних теорем опору матеріалів, з деякими доповненнями;

– необхідність додатку А (посилання на який наведено на стор. 104) викликає сумніви, оскільки в ньому наведена стандартна методика визначення моменту інерції тіла за допомогою трифілярного підвісу;

– на рис. 2.8 (стор. 111) наведено залежність зміни енергії крутильних коливань трансмісії протягом 1 хв, що отримана комп'ютерним моделюванням. Проте, відсутність початкових умов не дозволяє проаналізувати даний графік, оскільки за текстом не наведені ні сили, що прикладалися, ні умови їх прикладання, ні елемент трансмісії, відносно якого визначені дані залежності. В той же час, у висновку 5 за розділом (стор. 113) говориться про «різні закони зміни моменту опору», які також за текстом розділу не висвітлені.

У третьому розділі «Вплив конструктивних і експлуатаційних факторів на параметри роботи автомобільного колеса у несталому режимі» розглянуто динаміку жорсткого колеса при різних режимах його руху та навантаження і проаналізовано вплив окремих факторів на дану динаміку. В результаті проведеного дослідження визначено умови, за яких кочення колеса буде відбуватися в тяговому, гальмівному або вільному режимі при одночасній дії крутильного і гальмівного моментів. В розділі також обґрунтовуються умови, при яких збільшення вертикального навантаження на колесо може призводити до збільшення кінематичного радіусу кочення коліс.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

– в роботі неодноразово зазначалося, що на величину кінематичного радіусу колеса впливають як механічні характеристики (наприклад, жорсткість) самого колеса з фізичним станом його протектору (наприклад, стор. 56), так і характеристики опорної поверхні. Проте, в розділі використовується модель жорсткого колеса, що рухається по твердій опорній поверхні (рис. 3.2 на стор. 123, рис. 3.3 на стор. 125 і т.д.). Не зрозуміло, чим обґрунтовані такі значні припущення та спрощення;

– з аналізу залежностей радіусу коліс автомобіля УАЗ-3303 від завантаження останнього (рис. 3.7 – 3.11, стор. 150 – 152, та рис. 3 на стор. 10 автореферату) можна зробити висновок, що, не дивлячись на значення тиску в шині, радіус обох передніх коліс завжди змінюється за ступеневою залежністю, в той час як для задніх коліс дана залежність лінійна. Слід було звернути увагу на даний факт та розкрити його більш детально;

– викликає сумніви справедливості залежності (3.131) для визначення кінетичної енергії деформації шини, що наведена на стор. 156 (залежність (11) на стор. 11 автореферату), оскільки досить складно уявити, щоб енергетика деформації не була пов'язана (згідно наведеної залежності) з механічними характеристиками шини, адже зрозуміло, що, наприклад, жорсткість шини суттєво впливає на процес деформації останньої.

У четвертому розділі «Експериментальне дослідження параметрів руху повнопривідного автомобіля при зміні тиску в шинах і навантаження на колесо» наведено результати експериментального дослідження з впливу тиску в шинах та вертикального навантаження на колесо на опір руху при різних кінематичних схемах трансмісії.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

– не зрозумілим є проведення експериментальних досліджень з визначення опору руху транспортного засобу при різних кінематичних схемах трансмісії, оскільки до цього в роботі дане питання не розглядалось;

– з графіків, наведених на рис. 4.6 – 4.9 видно, що, екстраполюючи залежності довжини вибігу від величини тиску в шинах (при зміні тиску повітря в шинах задньої осі), можна отримати точку максимального вибігу (мінімального опору руху) та, вирішуючи оптимізаційну задачу, визначити оптимальні значення тиску повітря в шинах. Нажаль, даний розрахунок відсутній, а саме експериментальне дослідження при цьому виглядає незавершеним;

– за розділом не наведені умови проведення експерименту з точки зору стану несучої поверхні, тому оцінити адекватність проведених експериментальних досліджень в повному обсязі досить складно.

– наведення загальновідомих формул для визначення значення кута прямокутного трикутника (залежність (4.1) на стор. 162) досить сумнівне.

У п'ятому розділі «Розробка системи підвищення функціональної стабільності елементів трансмісії і коліс повнопривідних автомобілів та синтез алгоритмів її роботи» проведено синтез системи підвищення функціональної стабільності трансмісії транспортного засобу. Автором наголошується, що

найбільш доцільним є впровадження системи, яка б мінімізувала кінематичне розузгодження у трансмісії за рахунок зміни тиску в шинах автомобіля без зміни конструкції останнього.

За даним розділом можна зробити наступні зауваження:

- не зрозумілим залишається питання формування алгоритму роботи системи в режимі «Поле» (стор. 180 дисертаційної роботи та стор. 14 автореферату), оскільки дослідження з руху колеса на деформованій поверхні не проводились;

- в розділі зазначається, що «підсистема повинна включатися періодично через кожні 10 хвилин» (стор. 181), однак вибір даного інтервалу часу не обґрунтовується;

- в розділі не зазначається яким саме чином система «підлаштовується» під умови експлуатації автомобіля. Чи можна стверджувати, що дана система однаково працює і на асфальтованій дорозі, і на вологому ґрунті? Навряд.

Достовірність і новизна висновків та результатів дисертації

Основні результати наукових досліджень відображено як у висновках за розділами, та і у семи загальних висновках дисертаційної роботи. Відносно обґрунтованості і достовірності кожного висновку можна зробити наступні зауваження.

У першому висновку сформульовані умови виникнення кінематичного розузгодження у швидкостях руху передніх і задніх коліс, вказано на недостатні дослідження з механізму компенсації даного розузгодження за рахунок тиску повітря в шині. У висновку звертається увага на «підвищення енерговитрат на рух ТТЗ», яким в роботі приділено недостатньо уваги.

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

Третій висновок достовірний, стосується умов кочення колеса в різних режимах руху при одночасній дії крутного і гальмівного моменту, а також формування кінематичного радіуса колеса в залежності від вертикального

навантаження на нього. У висновку, для більшої наочності, слід було навести чисельні значення умов формування особливих режимів руху колеса при дії крутного моменту та штовхаючої сили.

Четвертий висновок достовірний, базується на результатах експериментальних досліджень з впливу тиску повітря в шині та завантаження автомобіля на радіуси коліс переднього та заднього мостів. У висновку слід було б використовувати порівняння чисельних значень в абсолютній, або відносній шкалі, а не використовувати загальні слова (наприклад, «...суттєво впливає...»).

П'ятий висновок науково обґрунтований, має наукову спрямованість. Зауважень немає.

Шостий висновок достовірний та обґрунтовує, на основі експериментальних досліджень, умови формування силу опору руху автомобіля в залежності від тиску повітря в колесах заднього та переднього мостів. У висновку, як і у розділу відсутня інформація про умови проведення експериментальних досліджень.

Сьомий висновок інформує про синтез системи управління тиском повітря в шинах повнопривідного автомобіля й алгоритмів її роботи. Висновок обґрунтований і вагомий. Зауважень немає.

Загальна оцінка розділу «Висновки»: висновки достовірні, мають наукову і практичну спрямованість. Наукова новизна роботи в повній мірі знайшла своє відображення у висновках дисертації.

Повнота викладення наукових положень в опублікованих працях

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в 20 наукових працях, у тому числі: 1 монографія; 8 статей у наукових фахових виданнях України; 2 публікації у закордонних виданнях (2 статті у виданнях, що індексуються наукометричною базою Scopus та Web of Science); 7 тез у збірниках доповідей на наукових конференціях; отримано 2 патенти України. Зміст публікацій, які відображують наукову новизну роботи, в різних виданнях не повторюється.

Висновок

Дисертаційна робота Потапова М.М. «Підвищення ефективності функціонування елементів шасі повнопривідних колісних засобів транспорту» є актуальною і завершеною науковою 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, Потапов Микола Миколайович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент

завідувач кафедри експлуатації, надійності,

міцності та будівництва імені В.Я. Аніловича

Харківського національного технічного університету

сільського господарства імені Петра Василенка,

доктор технічних наук, професор



Є.І. Калінін

Підпис

Kalinin E. I.

ЗАСВІДЧУЮ

Керівник відділу діловодства ХНТУСГ



Ziminov I. B.