

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Баштового Володимира Михайловича

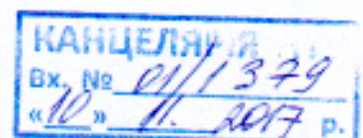
«УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДРЕСОРЮВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ ПІД ДІЄЮ ВИПАДКОВИХ ЗБУРЕНЬ НЕРІВНОСТЯМИ ДОРОЖНЬОЇ ОСНОВИ»,

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
зі спеціальності 05.22.02 – автомобілі та трактори

Актуальність теми дисертації. Одним з актуальних та важливих напрямів розвитку автомобільної техніки є реалізація заходів, що спрямовані на підвищення плавності ходу сучасних транспортних (ТЗ). Дана характеристика дозволяє підвищити безпеку перевезень, збереженість вантажів, комфорт пасажирів та подовжити довговічність елементів самого ТЗ. Ці питання набувають особливого значення для спеціалізованих ТЗ, які використовуються для перевезень віброчутливих вантажів в умовах руху по дорогам із покриттям поганої якості або бездоріжжю. Наприклад, це ТЗ, що використовуються для перевезення вибухонебезпечних вантажів або для патрулювання місцевості спецпідрозділами певних правоохоронних відомств та служб. Характеристики плавності ходу також є вкрай важливими для ТЗ, що використовуються в медичній сфері для перевезення хворих чи постраждалих; для ТЗ сільськогосподарського призначення тощо.

Слід відзначити, що поліпшення показників плавності ходу, може бути отримане шляхом удосконалення системи підресорювання ТЗ на основі поглибленого вивчення процесів коливань його елементів під час експлуатації. Відзначені питання підкреслюють актуальність теоретичних та експериментальних досліджень, які розглянуті в дисертаційній роботі та спрямовані на пошук науково-обґрунтованих рекомендацій щодо раціонального вибору компоновальних та технічних параметрів системи підресорювання ТЗ, що дозволяють підвищити їх плавність ходу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана в Національній академії Національної гвардії України в рамках виконання науково-дослідних робіт за держбюджетною темою МОН України: «Наукове обґрунтування вимог до тактико-технічних та експлуатаційних показників автомобільної та бронетанкової техніки Національної гвардії України» (ДР № 0115U002840), де здобувач був виконавцем окремих розділів.



Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірності і новизна. Результати роботи викладені у висновках до кожного розділу, також у 6 загальних висновках. Відносно обґрунтованості, достовірності та новизни кожного висновку зроблено зауваження.

Висновок перший інформує про удосконалення математичної моделі вертикальної динаміки колісного спеціалізованого ТЗ при стаціонарному прямолінійному русі, що надає можливість визначати показники його плавності ходу за різних конструктивних компоновок та параметрів зовнішнього впливу, зокрема, імпульсного та випадкового.

У якості недоліку слід зазначити те, що висновок має констатуючий характер.

Висновок другий інформує про розроблений алгоритм комп'ютерного моделювання вертикальної динаміки ТЗ, зокрема, в умовах впливу кінематичного випадкового навантаження.

У якості недоліку слід зазначити те, що висновок має констатуючий характер.

Висновок третій стосується результатів теоретичних досліджень щодо визначення характеристик плавності ходу ТЗ в точці розташування вантажу при кінематичному збуренні нерівностями дорожньої основи. Висновок є достовірним і має теоретичну й практичну спрямованість.

Висновок визначає доцільність застосування дворівневого підресорювання.

Висновок четвертий наводить інформацію про встановлену величину розбіжності даних теоретичних і експериментальних досліджень та адекватність розробленої моделі вертикальної динаміки ТЗ і правомірність прийнятих умов і допущень, а також висновків, отриманих при теоретичному дослідженні. Висновок є достовірним і має теоретичну й практичну спрямованість. Зауважень до висновку немає.

Висновок п'ятий стосується результатів теоретичних досліджень щодо впливу конструктивних та експлуатаційних параметрів ТЗ на вібронавантаження вантажу, що перевозиться. Висновок є достовірним і має теоретичну й практичну спрямованість.

Висновок шостий стосується впровадження результатів наукової роботи. Висновок є достовірним і має теоретичну й практичну спрямованість. Зауважень немає.

Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому. Дисертаційна робота має пошукову, теоретичну, експериментальну і практичну складові, які є достатньо повними і збалансованими між собою. Методологія дисертації

включає в себе використання різних математичних методів, експериментальну перевірку основних положень.

Дисертація є завершеною роботою і може бути захищена привселюдно.

У вступі дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми, визначено мету і задачі досліджень, викладено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, представлено дані про особистий вклад здобувача, апробацію, публікацію та впровадження матеріалів роботи.

Мета дослідження відповідає темі дисертаційної роботи, задачі в повній мірі розкривають перелік тих питань, що треба вирішити для досягнення мети. Об'єкт і предмет дослідження, в цілому, визначені коректно.

Перший розділ присвячений огляду відомих робіт за тематикою дисертаційного дослідження. Розглянуто існуючі норми припустимої вібронавантаженості на пасажирів та вантажі, що перевозяться ТЗ. Представлено огляд наукових робіт, які присвячені питанням оцінювання плавності ходу ТЗ та визначено критерії такого оцінювання. Критично проаналізовано існуючі конструкції систем підресорювання. Розглянуто можливості використання нелінійних систем віброізоляції для покращення плавності ходу ТЗ. Наведено аналіз існуючих підходів до моделювання взаємодії ТЗ із нерівностями дорожнього покриття в умовах експлуатації, які використовуються при вирішенні задач математичного моделювання.

У цілому, результати проведеного огляду послужили основою для визначення методів і підходів, які використовувались у роботі, дозволили автору сформулювати мету та задачі дисертаційних досліджень.

Зауваження до розділу:

- На стор. 41 відзначено, що «Задній нижній важіль сприймає масу кузова, яка передається через пружину.» Маса це міра інертності тіла та передаватися не може. Правильно писати: «...сприймає вагу кузова...»;
- На стор. 27, 55 друкарські помилки.

У другому розділі запропоновано модульний підхід до проектування системи підресорювання спеціалізованих ТЗ. Відповідно до підходу пропонується до основної конструкції ТЗ, яка має традиційну системи підресорювання, додати вантажну платформу із власною нелінійною системою підресорювання, що забезпечуватиме віброізоляцію розміщених на ній вантажів чи пасажирів.

Запропоновано математичні моделі, що дозволяють аналізувати вертикальні та кутові коливання цієї конструкції в лінійній та нелінійній постановках, а також їх інтегральні показники, що визначають вібраційні характеристики даної платформи та плавність ходу в цілому ТЗ.

Проведено комплексні теоретичні дослідження по визначенню власних частот і форм коливань, характеристик їх вільних коливань та закономірності формування показників плавності ходу ТЗ у різних запропонованих конструктивних компонованнях. Отримані результати фактично дозволили провести математичне моделювання переїзду ТЗ одиночної нерівності. При цьому встановлено межі теоретичної оцінки ефективності запропонованої системи підресорювання з точки зору покращення плавності ходу ТЗ.

Зауваження до розділу:

- В описанні формули 2.1 довжина пружин у горизонтальному стисненому положенні позначена L_k , а на рис. 2.2 – L ;
- Незрозуміло, чому схема, яка зображена на рисунку 2.7, має назву: «Дискретна модель....», також незрозуміло, що відображає на ній елемент, позначений « c_d », та як враховується його вплив на коливання;
- Відсутні позначення $y_1, y_2, y_3, \varphi_1, \varphi_2$ в формулі (2.6);
- Незрозуміло, як у рівнянні 2.8 враховується деформація пневматичних шин;
- Рівняння (2.10) – (2.13) справедливі тільки разі розташування центру тяжіння в середині бази ТЗ, проте жодного описання прийнятих припущень немає;
- формула (2.14) не має описання у.

Третій розділ присвячено розробці підходу до теоретичного моделювання випадкових коливань ТЗ у запропонованій конструкції. У розділі подано процедуру схематизації стохастичного навантаження, що діє на ТЗ під час руху по дорогах з випадковим мікропрофілем різного типу. Розроблено алгоритм вирішення задачі комп'ютерного моделювання коливань елементів спеціалізованого ТЗ при випадковому кінематичному збудженні від дорожньої основи різного типу й якості.

На основі розробленої в другому розділі математичної моделі та запропонованого алгоритму проведено теоретичні комп'ютерні дослідження випадкових коливань спеціального ТЗ з однорівневим та запропонованим дворівневим компонованням системи підресорювання, які дозволяють аналізувати плавність ходу ТЗ при його стаціонарному русі.

Проведено аналіз впливу експлуатаційних та структурних параметрів системи підресорювання ТЗ на показників його плавності ходу у розглянутих конструктивних компонованнях. Зокрема проведено докладний аналіз впливу різних елементів демпфірування на плавність ходу ТЗ.

Зауваження до розділу:

- На сторінках 98, 108 посилання на рис.3.4 та 5.1 є помилковими;

- Рисунок 3.9 мало інформативний, треба змінити масштаб;
- Незрозуміло, що означає параметр – рівень демпфірування β , який його фізичний смисл, якщо він має розмірність s^{-1} (стор. 110)?
- на рисунках розділу приводиться позначення «СКЗекв», визначення якого наведено тільки у розділі 4, при цьому жодного посилання немає.

Четвертий розділ розкриває зміст і особливості експериментальних дорожніх досліджень. У розділі запропоновано удосконалену конструкцію дослідного зразка спеціалізованого несамохідного двовісного ТЗ для перевезення небезпечних вантажів.

Представлені результати натурних вимірювань вібрацій вантажної платформи на якій перевозиться вантаж за різних умов транспортування та у різних компонованнях системи підресорювання. Відповідні дослідження надали автору можливість перевірки коректності теоретичних підходів та запропонованих моделей. Наведені у розділі дані з показників плавності ходу ТЗ у запропонованій в дисертаційній роботі конструкції та у класичному вигляді показали фактичну ефективність від впровадження у конструкцію другого рівня підресорювання із системою з квазінульовою жорсткістю.

Зауваження до розділу:

- у таблиці 4.1 приводиться значення «жорсткості дишла», але цей параметр не використовувався ані при теоретичному, ані при експериментальному дослідженні. При цьому значення коефіцієнтів демпфування не наведені;
- в роботі не наведено схему підвіски дослідного зразка ТЗ, тому не зрозуміло яким чином отримано значення жорсткості торсіона $2,4 \cdot 10^5$ Н/м, та яким чином отримані значення жорсткості та демпфування, які приведені до площинності обертання колеса.

Наукова новизна і практична значимість дисертаційної роботи.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- набули подальшого розвитку теоретичні моделі динаміки двовісних колісних ТЗ, що мають пасивну нелінійну систему підресорювання. Розроблені моделі дозволяють визначити показники плавності ходу ТЗ за різних умов експлуатації та отримати науково-обґрунтовані рекомендації спрямовані на удосконалення їх системи підресорювання;
- вперше отримані закономірності формування параметрів плавності ходу в залежності від характеристик демпфірування в конструктивних елементах дворівневої системи підресорювання, яка реалізує стан квазінульової жорсткості;

– вперше експериментально отримані якісні та кількісні оцінки ефективності використання системи підресорювання, що реалізує стан квазі-нульової жорсткості та використовується на двовісних ТЗ.

Практична значимість отриманих результатів складається з розроблених методів й алгоритмів оцінки показників плавності ходу спеціалізованих ТЗ з урахуванням різних умов експлуатації, різних компоновальних і конструктивних параметрів.

Окрему практичну цінність має запропонований в роботі модульний підхід створення дворівневої системи підресорювання, який полягає у використанні додаткової вантажної платформи із власною нелінійною підвіскою, що забезпечує у певному діапазоні експлуатаційних режимів роботи ТЗ віброізоляцію вантажу чи пасажирів, які на ній розміщуються.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені в практику проектування зразків спеціальної техніки на ПАТ АвтоКрАЗ (м. Кременчук), ДП «Харківський завод спеціальних машин» (м. Харків), а також у навчальний процес в Національній академії Національної гвардії України (м. Харків).

Результати дисертаційної роботи рекомендується застосовувати підприємствами автомобільного транспорту при виборі раціональної конструкції спеціалізованих ТЗ для перевезення віброчутливих вантажів, а також внесення необхідних змін у конструкції вже існуючих ТЗ для забезпечення умов і режимів транспортування на них зазначених об'єктів. В рамках модульного принципу компоновання існує можливість застосування даної системи на залізничному транспорті або на ТЗ які забезпечують перевезення хворих чи постраждалих.

Повнота викладу результатів досліджень в опублікованих працях. За результатами проведених у дисертаційній роботі досліджень автором опубліковано 17 наукових праць, серед яких 1 монографія у співавторстві, 7 статей у фахових виданнях України, 1 стаття у закордонному виданні, 1 патент України на корисну модель та 7 у матеріалах і тезах міжнародних науково-технічних конференціях, що відбулися в Україні.

Автореферат ідентичний за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем.

Зауваження по дисертаційній роботі:

1. У дисертаційній роботі автором запропоновано оригінальну систему нелінійного пасивного підресорювання, що пропонується додатково розміщувати на основній конструкції спеціалізованого ТЗ в рамках модульного принципу його компоновання. Слід відзначити, що сучасні

тенденції в напрямку розвитку систем підресорювання спрямовані на створення активних або напівактивних систем підресорювання. Не зрозуміло чому в роботі майже відсутній аналіз сучасних систем такого типу.

2. У першому розділі дисертації представлено докладний огляд існуючих систем пасивного підресорювання та систем віброізоляції які використовують пружні підвіси зі квазінульовою жорсткістю. Слід зазначити, що в реальних системах підресорювання крім пружних елементів присутні й елементи демпфірування, дана робота значно виграла б, якщо автор розглянув існуючі амортизатори та їх характеристики. Це зауваження є справедливим, як для оглядової частини роботи так і для її теоретичних досліджень.

3. В роботі побудовано нелінійну динамічну модель вертикальної динаміки ТЗ із запропонованою дворівневою системою підресорювання. Нажаль дана модель обмежена лише плоскою постановкою та не дозволяє аналізувати поперечні коливання вантажної платформи і таким чином є досить ідеалізованою моделлю з точки зору її можливостей для оцінки плавності ходу ТЗ в умовах реального руху по бездоріжжю. Крім цього дана модель справедлива лише при умові збігання центру підресорених мас зі центром пружності, що забезпечує незалежність коливань передньої та задньої підвісок. Це значно звужує область її застосування.

4. На рисунку 2.19 показано залежність СКЗ віброприскорення від рівня динамічного впливу, що діє на вантажну платформу (від висоти нерівності, яку долає ТЗ). Графік загалом, демонструє очікувану закономірність: чим більшим є рівень навантаження, тим більші СКЗ коливань спостерігаються. Разом із тим на даному графіку представлено сплеск СКЗ у певному діапазоні значень висоти нерівності, який із збільшенням рівня навантаження зникає, тобто є якийсь «особливий» критичний рівень навантаження. Представлений ефект не має докладного пояснення в тексті дисертації, проте потребує аналізу.

5. В рамках експериментальних досліджень автор обмежився аналізом вимірювання показників плавності ходу ТЗ лише при стаціонарному прямолінійному русі. Не зрозуміло, чому не було проведено експериментальних досліджень плавності ходу ТЗ за нестационарних режимів руху, зокрема не аналізується переїзд ТЗ одиначної нерівності.

6. В роботі наголошується на добрій збіжності результатів експериментальних та теоретичних досліджень в межах 16 % похибки, проте дані значення отримані лише для еквівалентних значень СКЗ, в той же час рівень традиційних СКЗ віброприскорень, що отримані експериментально в роботі є значно більшими, ніж це дає запропонована теоретична модель. Відповідна різниця потребує пояснення та обґрунтування.

Поряд з цим, наведені зауваження не мають принципового характеру, що знижують позитивну в цілому оцінку дисертації і можуть бути враховані здобувачем у подальшій роботі.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Баштового Володимира Михайловича «Удосконалення системи підресорювання спеціалізованого транспортного засобу, що знаходиться під дією випадкових збурень нерівностями дорожньої основи» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 05.22.02 – автомобілі та трактори. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу, суть якої полягає в поліпшенні показників плавності ходу спеціалізованих ТЗ за рахунок вибору та обґрунтуванню схеми нелінійного підресорювання.

Дисертаційна робота відповідає вимогам до кандидатських дисертацій у відповідності до п.п. 9, 11 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 року № 567, а здобувач Баштовий Володимир Михайлович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори.

Офіційний опонент

професор кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету
доктор технічних наук, професор

С.М. Шуклінов

ВІД ІМС Шуклінова С.М.
ЗАСВІДОУЄННЯ
СЕРІЯ РХ

