

ВІДГУК

офіційного опонента к.т.н., доцента Мельничука С.В.
 на дисертаційну роботу **Баштового Володимира Михайловича**
 «Удосконалення системи підресорювання спеціалізованого
 транспортного засобу, що знаходиться під дією випадкових збурень
 нерівностями дорожньої основи»,
 представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
 за спеціальністю 05.22.02 – Автомобілі та трактори

Однією з основних технічних вимог до сучасних транспортних засобів є забезпечення високої плавності ходу в умовах їх руху по нерівностям дороги. Плавність ходу є важливою характеристикою транспортних засобів, яка визначає вплив вібрацій, що супроводжують рух транспортного засобу, на його конструктивні елементи, водія та вантаж. Поліпшення плавності ходу особливо актуально при перевезенні вібро-чутливих вантажів. Наприклад, при перевезенні небезпечних вантажів спеціалізованими транспортними засобами (ТЗ), при перевезенні постраждалих чи хворих людей транспортними засобами медичних служб, а також при необхідності тривалого руху ТЗ по бездоріжжю або дорогам із зношеним покриттям (виконання сільськогосподарських або дорожніх робіт, патрулювання кордону працівниками прикордонної служби тощо). Використання активних або пасивних нелінійних систем підресорювання дозволяє суттєво покращити показники плавності ходу сучасних ТЗ. Слід відзначити, що зазначені системи мають сильну залежність своїх властивостей від експлуатаційних та конструкційних параметрів. Це визначає необхідність проведення досліджень спрямованих на удосконалення існуючих систем підресорювання та розробки наукових основ з досліджень плавності ходу ТЗ з нелінійною пружною характеристикою підвіски, на основі яких реалізується вибір та обґрунтування схеми підресорювання, визначаються її параметри. Таким чином, актуальність роботи переконливо підтверджується її напрямленістю на рішення наведених вище науково-технічних задач.

Дисертація Баштового В.М. виконана в рамках науково-дослідної роботи «Наукове обґрунтування вимог до тактико-технічних та експлуатаційних показників автомобільної та бронетанкової техніки Національної гвардії України» (ДР № 0115U002840) в Національній академії Національної гвардії України і має на меті дослідження закономірності формування плавності ходу спеціалізованих транспортних засобів для перевезення небезпечних вантажів у різних конструктивних виконаннях, на основі якого реалізується вибір та обґрунтування схеми підресорювання, визначаються її параметри.



Для досягнення цієї мети у дисертації коректно сформульовані шість часткових завдань дослідження теоретичного та експериментального характеру, які спрямовані забезпечити повноту дослідження наукового завдання.

Дисертаційна робота представлена в одному томі, що складається з анатацій представлених українською та англійською мовами, вступу, 4-х розділів, висновків, списку літературних джерел з 118 найменувань та додатків. Повний обсяг роботи складає 182 сторінки, з них 79 рисунків та 13 таблиць по тексту, анатації на 15 сторінках та 2 додатки на 10 сторінках.

Перший розділ присвячений обґрунтуванню мети, послідовності вирішення та змісту завдань дослідження. В даному розділі розглянуті особливості впливу вібрацій на здоров'я людей (водія та пасажирів), а також особливості динамічного впливу на вантажі, що транспортуються. Автором обґрунтovаний вибір для оцінювання плавності ходу таких показників, як амплітуди віброприскорень вантажної платформи та середньоквадратичні значення цих амплітуд. Розглянуто питання визначення найбільш небезпечних з точки зору впливу на здоров'я людей характеристик тривалої дії вібрацій.

Проведений детальний аналіз сучасного стану питань конструювання пасивних систем підресорювання ТЗ, який показав актуальність застосування нелінійних систем з точки зору поліпшення плавності ходу ТЗ. В розділі проаналізовано існуючі системи з квазінульовою жорсткістю як віброізоляторів небезпечних вантажів чи пасажирів при перевезеннях. Доведено необхідність подальшого удосконалення таких систем та розробки підходів з оцінювання впливу конструктивних та експлуатаційних параметрів віброзахисних систем для різних видів навантажень, виходячи з аналізу динаміки поведінки цих систем.

В п.1.4 наведено обґрунтування вибору математичних моделей при наближенному оцінюванні плавності ходу транспортного засобу, зокрема вплив дорожнього полотна, як зовнішнього навантаження, яке моделюється як випадкові стаціонарні функції. Таке моделювання є достатньо наближеним до реальних умов експлуатації ТЗ. Узагальнення проведених в розділі досліджень повно і лаконічно наведені у висновках.

Другий розділ дисертації присвячений розробленню конструктивної та розрахункової схем спеціалізованого транспортного засобу (СТЗ), а також математичному моделюванню динамічної поведінки під час прямолінійного руху СТЗ і визначеню його динамічних характеристик за різних конструктивних компоновок та параметрів зовнішнього впливу. Відмінністю конструкції запропонованого СТЗ є наявність додаткового другого рівня пружного підвішування. Дослідження характеристик запропонованої та класичної компоновки СТЗ проводилось на розроблених моделях. Математичні моделі побудовані коректно при відповідних припущеннях, що дало змогу автору отримати прийнятні для розрахунків системи диференційних рівнянь та проведенню обчислень характеристик коливань віброзахисної системи при кінематичному збудженні, яке моделює переїзд

одиничної нерівності. Проведення порівняльного аналізу характеристик запропонованого та класичного СТЗ дозволило підтвердити більшу ефективність при впровадженні другого рівня підресорювання.

У третьому розділі дисертації представлено опис процедури розробки методики та алгоритму комп’ютерного моделювання коливань ТЗ, що рухається по дорозі із випадковим мікропрофілем. Запропонований алгоритм визначення параметрів вібрації ТЗ при випадковому збуренні нерівностями дорожньої основи складається з п’яти основних етапів. Докладний математичний опис та блок-схема реалізації даного алгоритму наведені в п. 3.2.

Узагальнення отриманих результатів для випадкових переміщень та прискорень вантажної платформи проаналізовано в залежності від різних характеристик нерівностей дорожньої основи. Так само як і в другому розділі тут проведено комплексний порівняльний аналіз показників плавності ходу для запропонованого та класичного підресорювання ТЗ, що дозволило аргументовано підтвердити ефективність удосконаленої системи підресорювання в умовах максимально наближених до експлуатаційних.

У даному розділі на основі розробленої математичної моделі та алгоритму оцінено вплив параметрів конструктивних елементів ТЗ (жорсткостей, маси вантажу та коефіцієнтів демпфірування амортизаторів) на показники плавності ходу. Отримані цікаві результати, що відкривають можливості для подальших досліджень в напрямі пошуку оптимальних співвідношень характеристик нелінійного пружного підвісу та характеристик амортизації.

Четвертий розділ дисертації присвячений побудові дослідного зразка візка для перевезення небезпечних вантажів та проведенню дорожніх випробувань з метою перевірки та апробації теоретичних підходів і запропонованих моделей, визначення реального (фактичного) ефекту щодо покращення плавності ходу СТЗ. Конструкція дослідного зразка достатньо повно представлена на ескізних кресленнях та фотографіях. Наведено опис її відмінностей від попередніх прототипів, що були отримані іншими дослідниками.

У розділі також стисло представлено теоретичні основи спектральної обробки сигналів, які реєструвались за допомогою вимірювальної апаратури.

Подано отримані результати дорожніх випробувань для модельного зразка ТЗ, в умовах руху по дорогах різного типу. Достатньо широко представлено аналіз особливостей формування показників плавності ходу ТЗ в залежності від швидкості руху та якості дорожньої основи. Особливістю випробувань є те, що вони проводились у різних конструктивних реалізаціях: із стандартним підресорюванням, дворівневою системою підресорювання у лінійній та нелінійній (із квазінульовою жорсткістю) схемах.

Висновки містять з достатньою коректністю сформульовані основні теоретичні і практичні результати, що отримані дисертувальником.

Ступінь обґрунтування наукових положень і висновків. При обґрунтуванні наукових положень в дисертаційній роботі використано

aprobowаний математичний апарат теорії диференційних рівнянь, перетворення Фур'є, математичне моделювання процесів, експериментальні дослідження при дорожніх випробуваннях виконані в рамках сучасних вимог до планування наукового експерименту. Наукові положення та висновки мають ступінь обґрутованості, що унеможлилює двозначність тлумачень, є достовірними та відповідають вимогам щодо наукової новизни.

Достовірність результатів висока, що підтверджується науковими публікаціями, результатами отриманих методів і побудованих на їх основі технологій. Основні положення роботи з достатньою повнотою викладені в публікаціях у фахових виданнях в Україні та за кордоном. Результати роботи добре апробовані, вони доповідалися та були схвалені на багатьох міжнародних та всеукраїнських науково-технічних конференціях.

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів:

- дали подальшого розвитку математичні моделі динаміки керованого руху спеціалізованого транспортного засобу в складних дорожніх умовах, що дозволяють визначити показники плавності ходу за різних умов експлуатації та конструктивних схем виконання;

- вперше запропоновано теоретичний підхід для оцінки впливу випадкових нерівностей дорожньої основи на показників плавності ходу ТЗ, які мають нелінійне дворівневе підресорювання, що базуються на нелінійному пружному спиральні із квазінульовою жорсткістю;

- отримали подальший розвиток експериментально та розрахунково визначені закономірності рівнів ефективності використання системи квазінульової жорсткості в якості підресорювання другого рівня, що базуються на нелінійному пружному спиральні у формі ферми Мізеса;

- отримані нові закономірності щодо ступеня впливу параметрів конструкції, а також умов експлуатації СТЗ у запропонованій конструкції на показники її плавності ходу, які можуть знайти широке застосування при модернізації та проектуванні сучасних автомобілів та тракторів.

Окремо слід відзначити достатньо високий рівень практичної цінності одержаних результатів, що підтверджується їхнім впровадженням в практику проектування зразків спеціальної техніки на ПАТ АвтоКРАЗ (м. Кременчук), а також в ДП «Харківський завод спеціальних машин» (м. Харків).

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій сформульованих у дисертації в опублікованих працях. Результати виконаних автором досліджень достатньо повно відображені у 17 наукових працях, зокрема, 1 – монографії (у співавторстві), 7 – у статтях у фахових виданнях України, 1 – статті у закордонному виданні, 1 – патенті України на корисну модель, 7 – у матеріалах і тезах доповідей на конференціях.

Відповідність дисертаційної роботи вимогам.

Робота відповідає сучасним вимогам, що висуваються до кандидатських дисертацій, є завершеною науково-дослідницькою працею. Автореферат відображає зміст дисертації.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.22.02 – Автомобілі та трактори.

Зауваження.

1. В першому розділі проаналізовано загальні вимоги до плавності руху ТЗ та не оговорено, які специфічні вимоги висуваються щодо z , \dot{z} та інших показників плавності при перевезенні вибухонебезпечних вантажів. Тому складно в повній мірі оцінити переваги запропонованої системи підресорювання.
2. З пружної характеристики ферми Мізеса (рис. 2.3) не зрозуміло для якого значення підресореної маси побудована діаграма та не зрозумілі представлені на ній малі значення вертикальної сили і відносно великі вертикальні переміщення. Необхідно було б привести пружну характеристику ферми Мізеса для реальних умов. Це дало б змогу оцінити її переваги та межі використання.
3. В п. 2.2 (стор. 60) сказано з посиланням на пружну характеристику ферми Мізеса (рис. 2.3), що при переміщеннях $\pm 0,4$ м горизонтальні коректори забезпечують меншу пружну силу ніж лінійна компоновка без коректорів жорсткості. Але, як видно з графіку, при переміщеннях від стану спокою до $-0,4$ м пружна сила навпаки більша.
4. На графіку залежності середньоквадратичних значень (СКЗ) переміщень від висоти нерівності (рис. 2.19) спостерігається значний різкий «стрибок» амплітуди в околіці висоти нерівності 60 мм (вдвічі більший за відповідне значення амплітуди при лінійному підресорюванні). Це може мати негативні наслідки при транспортуванні вантажу по пересічній опорній поверхні з перешкодами в межах 50-70 мм.
5. На графіку, що на рис. 3.11,а відсутні гілки, які відповідають значенню заявленим масам вантажу 25, 50 і 100 кг. Тому не можливо оцінити вплив маси вантажу на його вертикальне переміщення, який приводиться на сторінці 108, 3-й абзац. Те ж саме спостерігається на графіках, що на рис. 3.13,а; 3.14,в; 3.16,д; 3.17,а.
6. Не зрозуміло, що означає рівень демпфірування β_i введений в п. 3.5. В математичній моделі коливальної системи СТЗ (рівняння 2.22 – 2.25) демпфірування представлено коефіцієнтом μ .
7. Не зрозуміло чому автор не приділив ні якої уваги підресорюванню рами кузова (1-й рівень). Заявлені жорсткості (таблиця 2.1) в 240 кН/м для сумарної маси рами (168кг), платформи (176 кг) та вантажу (150кг) в 494 кг (247 кг на вісь) забезпечать власну частоту коливань рами на рівні 4,96 Гц, що є значно великим значенням навіть для вантажного автомобіля загального використання. Належний вибір пружних елементів первого рівня підресорювання поглибило б позитивний ефект застосування другого нелінійного рівня підресорювання.
8. В деяких натурних експериментах (розділ 4) результати мають розбіжність з теоретичними. Для дослідження цього автору належало б в роботі оцінити вплив на поведінку ферми Мізеса не лише вертикальних деформацій, а й поперечних та кутових поперечних та поздовжніх, а також

втручання в коливальний процес поздовжніх сил інерції, які з'являються при нерівномірному русі.

9. Висновки до четвертого розділу є занадто стислими та не розкривають усіх отриманих в цьому розділі результатів.

10. В тексті та формулах дисертації зустрічаються описки.

Наведені зауваження суттєво не впливають на якість отриманих наукових результатів.

Висновок.

Представлені в дисертації результати досліджень за актуальністю, науковою і практичною цінністю та достовірністю відповідають вимогам п.п. 9, 11 і 12 «Порядку присудження наукових ступенів», до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук.

Автор роботи Баштовий Володимир Михайлович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.026 – Автомобілі та трактори.

Офіційний опонент

директор приватного підприємства
Науково-навчальний центр
«Корбутівка»

к.т.н., доц. С.В. Мельничук

Підпис засвідчує:

Головний механік
ПП ННЦ «Корбутівка»,
начальник відділу кадрів

О.В. Д'яченко

