

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора

Пісарєва Валерія Петровича

на дисертаційну роботу

Мамонтова Анатолія Геннадійовича

«Поліпшення показників плавності ходу та динамічної навантаженості

ходових систем колісних тракторів на транспортних роботах»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори

Для відзиву представлені дисертація, автореферат, копії опублікованих здобувачем робіт.

Детальний аналіз дисертації дозволив сформулювати наступні узагальнені висновки щодо актуальності, ступеня обґрунтованості основних наукових положень, висновків, рекомендацій, достовірності, наукової новизни, практичного значення, а також загальної оцінки роботи.

1. Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

Актуальність теми дисертаційної роботи та обраного напрямку дослідження пов'язані з підвищенням ефективності використання колісних тракторів з напівпричепами на транспортних роботах за рахунок збільшення швидкості руху, величина якої б забезпечувала підвищення продуктивності транспортних операцій та при цьому були забезпечені сприятливі умови для оператора з точки зору охорони праці й безпеки в продовж робочої зміни за рахунок поліпшення умов праці та рівня комфортності

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі автомобіле- і тракторобудування НТУ «ХПІ» у рамках держбюджетних НДР МОН України: «Розробка методів підвищення енергоефективності і ресурсозбереження підйомно-транспортних споруд, машино-тракторних

агрегатів та гібридних транспортних засобів» (ДР № 0113U000427), де автор був виконавцем окремих розділів.

2. Оцінка обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірності та новизни

Основні наукові положення, наукова новизна (стор. 7, 8) викладені і обґрунтовані у дисертації наступним чином:

1. « – вперше визначено закономірність зміни динамічної навантаженості ходової системи колісного трактора з шарнірно-зчленованою рамою, оснащеного комбінованою пневморесорною підвіскою, при виконанні транспортних робіт з напівпричепним агрегатом залежно від стану опорної поверхні та наявності зазору в тягово-зчіпному пристрої, що дало змогу підтвердити ефективність впровадження комбінованих пневморесорних підвісок в тракторобудуванні (розділ 4.2)».

В якості зауваження можна зазначити, що поняття «ефективність впровадження» має широкі границі застосування, тому для більш конкретного окреслення питання доцільності застосування запропонованих автором технічних рішень більш правильним є формулювання: ...що дає змогу отримати необхідну оцінку за обґрунтуванням раціональності впровадження комбінованих пневморесорних підвісок в тракторобудуванні.

2. «– вперше встановлено взаємозв'язки показників плавності ходу колісного трактора з напівпричепним агрегатом з різними типами систем підресорювання (серійна ресорна підвіска, пневморесорна підвіска без амортизаторів та пневморесорна підвіска з амортизаторами) з урахуванням нелінійності пружних та дисипативних характеристик елементів підвіски, що дало змогу виявити резерви поліпшення плавності ходу шляхом застосування комбінованих підвісок (розділи 2.3, 2.4 та 4.3)».

В якості зауваження слід відмітити те, що потребує конкретизації які саме резерви поліпшення плавності ходу виявлено автором, а саме: «...що дало змогу виявити резерви поліпшення плавності ходу за конструкцією...».

3. «— отримала подальший розвиток математична модель вертикальних, поздовжньо-кутових та поздовжніх коливань МТА на базі колісного трактора в агрегаті з напівприцепом при русі з транспортними швидкостями, що, на відміну від існуючих, враховує нелінійність пружних та дисипативних характеристик підвіски, пневматичних елементів, шин, а також наявність зазору в тягово-зчіпному пристрої, що дало змогу найбільш повно оцінити параметри коливальних процесів трактора з напівприцепом (розділ 2)».

Обґрунтованість і достовірність висновків дисертації

1. В першому висновку сформульована актуальність для вітчизняного тракторобудування напрямку досліджень плавності ходу та динамічної навантаженості ходових систем колісних тракторів обладнаних комбінованими системами підресорювання.

В якості зауваження слід відмітити, що недостатньо інформації з обґрунтування можливостей позитивних змін за конструкцією тракторів вітчизняного виробництва в напрямку поліпшення плавності ходу, що визначено метою та задачами дисертації.

2. Як зауваження до другого висновку можна відмітити відсутність інформації, щодо особистого вкладу здобувача в створення узагальненої математичної моделі, яка розроблялася на базі результатів досліджень інших науковців.

3. В третьому висновку відображена адекватність теоретичних та експериментальних досліджень.

Необхідно відмітити в якості зауваження відсутність інформації, за порівняльним аналізом теорії та натурного експерименту, щодо зони швидкостей руху трактора до 20 км/год (у цій зоні мають місце резонансні коливання за підресореною масою).

4. В четвертому висновку наведено результати теоретичних та експериментальних досліджень плавності руху колісного трактора обладнаного різними типами підвіски.

В якості зауважень слід відмітити, що на відміну від трактування здобувачем з частот резонансних явищ біль коректним було вказати, що зона резонансу яка знаходиться в інтервалі частот $0,9...1,23$ Гц відповідає власним частотам поздовжньо-кутових коливань остову при можливих ходах підвіски за конструкцією, а зона резонансу яка знаходиться в інтервалі частот $1,8...2,2$ Гц відповідає власним частотам лінійних вертикальних коливань остову трактора.

5. В п'ятому висновку наведено інформацію, щодо визначення раціональних конструктивних параметрів системи підресорювання.

Як зауваження слід зазначити, що інформація представлена в першій частини п'ятого висновку повинна бути наведена наприкінці четвертого висновку та з наступним редагуванням з урахуванням зауваження в пункті чотири, у такому вигляді:

Визначено характер залежностей середньоквадратичних прискорень та відносних переміщень в характерних точках колісного трактора від типу системи підресорювання, та вплив конструктивних параметрів підвіски на показники плавності ходу. Виявлені резонансні зони, які відповідають власним частотам: зона резонансу яка знаходиться в інтервалі частот $0,9...1,23$ Гц відповідає власним частотам поздовжньо-кутових коливань остову при можливих ходах підвіски, та зона резонансу яка знаходиться в інтервалі частот $1,8...2,2$ Гц відповідає власним частотам лінійних вертикальних коливань остову трактора.

Застосування комбінованої пневморесорної підвіски з гідравлічним амортизатором в порівнянні з серійною, дає змогу знизити величини середньоквадратичних прискорень на сидінні оператора на $40...45\%$. При збільшені швидкості руху зростання динамічних навантажень зменшується на величину до 28% в порівнянні з серійною підвіскою. На полу кабіни значення середньоквадратичних вертикальних прискорень зменшується на $27...32\%$. При збільшені швидкості руху зростання середньоквадратичних прискорень менше на 24% в порівнянні з серійною ресорною підвіскою.

Встановлено, що обладнання трактора комбінованою пневморесорною підвіскою з гідравлічними амортизаторами дає можливість при русі по дорогах з різними видами покриття знизити динамічну навантаженість: коліс переднього моста трактора – на 44...48%, коліс заднього моста – на 21...24% в порівнянні з серійною підвіскою. При збільшенні швидкості руху зростання динамічних навантажень у порівнянні із серійною ресорною підвіскою менше на 7...11%.

6. В шостому висновку наведена достовірна інформація про впровадження результатів дослідження на підприємствах тракторного машинобудування та в навчальний процес НТУ "ХПІ". Зауважень немає.

Достовірність наведених у роботі висновків і рекомендацій підтверджена теоретичними та експериментальними результатами дослідження. Наукова новизна в повному обсязі відображена у висновках дисертації.

3. Теоретичне та практичне значення дисертаційної роботи

Теоретичне та практичне значення роботи полягає в подальшому удосконаленні теорії та практики з точки зору дослідження робочих процесів які виникають під час руху колісного трактора з напівпричепом в різних експлуатаційних умовах, а також у виборі та обґрунтуванні раціональних параметрів нової конструкції комбінованої пневморесорної підвіски, яка дозволяє поліпшити показники плавності ходу та динамічної навантаженості ходової системи.

Вдосконалена математична модель розширює можливості дослідника з вирішення практичних задач пов'язаних зі створенням перспективних конструкцій тракторів та з модернізацією існуючих.

У першому розділі виконано огляд сучасної науково-технічної літератури щодо підвищення продуктивності використання колісних тракторів на транспортних роботах, у цьому напрямку проаналізовано тенденції розвитку систем підресорювання й перспективні конструктивні засоби поліпшення плавності ходу та зниження динамічної навантаженості

ходових систем на основі вдосконалення підвіски. А також обґрунтована актуальність даної тематики для вітчизняного тракторобудування.

Зауваження по розділу:

1. Стор. 5. «Таким чином, недостатня плавність ходу викликає швидке стомлення водіїв, змушує їх зменшувати швидкість руху. Це істотно знижує продуктивність колісного трактора з напівпричепом, а також перешкоджає повній реалізації тягових можливостей.»

Твердження спірне, тому що основною причиною є не рівень стомлення водія, а рівень прискорень водія, як правило, за наявності пробоїв підвіски.

2. Стор. 5. «При проектуванні колісного трактора прагнуть знизити масу його не підресорених частин, зменшивши їх власні частоти, що призводить до зниження довговічності».

Твердження помилкове, тому що зменшення маси при інших рівних умовах призведе до збільшення власних частот.

3. Стор. 18. «Медичні дослідження підтвердили, що припустимий рівень низькочастотних коливань у смузі частот 0...8 Гц може визначатися середньоквадратичним значенням вертикального прискорення 0,25 g [74]. При цьому поздовжні й поперечні прискорення в горизонтальній площині при сталому рівномірному русі машини звичайно в 10...15 разів менші [84].»

Твердження спірне, тому що межа стійкого збереження працездатності водія, з урахуванням вагових коефіцієнтів, за середньо квадратичними прискореннями на сидінні у середньому для транспортних засобів високої прохідності: горизонтальних поздовжніх – 0,1 g, горизонтальних поперечних – 0,07 g. До того ж, якщо рух рівномірний, то чому мають місце поздовжні прискорення?

У другому розділі складено узагальнену математичну модель поздовжньо-кутових, вертикальних та поздовжніх коливань колісного трактора з напівпричепом обладнаного різними типами підвісок, яка враховує конструктивні особливості тракторних поїздів та вплив

напівпричепа на параметри плавності ходу й динамічну навантаженість ходової системи.

Зауваження по розділу:

1. Стор. 36. «- вважаємо, що контакт шини з опорною поверхнею постійний, тобто шина котиться без відриву від опорної поверхні та відтворює нерівності опорної поверхні;».

Припущення спірне і потребує пояснень, так як режими з відривом від опорної поверхні мають місце на практиці. Це небезпечно за втратою керованості машиною (відрив коліс) та взагалі не відображає можливий рух при коливаннях в більш повному обсязі (особливо в режимі сумісної роботи з причепом).

2. Стор. 36. «- розглядаємо коливання остову в межах малих відхилень».

Чому не має припущень щодо коливань інших складових об'єкту дослідження, зокрема причепа, так як це зроблено для коливань остову?

3. Стор. 37. «Рисунок 2.1 – Розрахункова еквівалентна схема плоскої моделі машино-тракторного агрегату».

Чому на схемі не має обмежувача ходу (пружного упору стиску) переднього мосту, хоча реальною конструкцією він передбачений (стор. 86 «рис. 3.1 – схема пневморесорної підвіски: 5 – пружний упор стиску»)? На стор. 50 «рис. 2.3 – схема сил, що діють на остов трактора» відсутнє також зусилля від упору стиску.

4. Стор. 65. «Підставивши до системи (2.89) значення усіх сил та моментів, отримаємо систему диференціальних рівнянь наступного вигляду...(2.90)».

В рівняннях (2.90), як і в попередніх залежностях для силових факторів об'єкту дослідження, відсутні сили ваги складових елементів (зосереджених мас за розрахунковими схемами). У той же час в припущеннях (стор. 35) сили ваги фігурують (« - вагове навантаження по бортах розподілено рівномірно»). Припущення, що силами ваги нехтуємо не має, що потребує

пояснень. Пояснення потрібні, так як пружно демпферні зв'язки елементів об'єкту дослідження нелінійні (в тому числі зв'язки з розривами: контакти шин з опорною поверхнею, контакти мосту з остовом за посередництвом пружного упору стиску, контакти в тяглове зчіпному пристрої за наявності в ньому зазору). Прикладення сил ваги впливає на конфігурацію системи (відносне положення елементів конструкції як в статиці, так і в динаміці).

В припущеннях (стор. 35, 36) тільки «Підресорена маса розглядається як абсолютно тверде тіло». У той же час інші складові об'єкту дослідження (не підресорені трактора і підресорені і не підресорені напівпричепа) за логікою (згідно розрахунковим схемам) також розглядаються як абсолютно тверді тіла.

5. Стор. 67. Здобувач відмічає, що гармонійне збурювання з боку опорної поверхні є найбільш несприятливим за показниками плавності ходу. «Такий випадок є найбільш несприятливим оскільки вимушені коливання можуть бути інтенсивнішими ніж коливання викликані випадковим негармонійним збурюванням [97]».

Але висновок здобувача «Найбільш достовірні результати при оцінці параметрів плавності ходу, можна одержати при дослідженні роботи МТА в реальних умовах тільки при моделюванні збурювання у вигляді випадкової функції» з точки зору динамічної завантаженості ходових систем (задекларовано за темою дисертації «Поліпшення показників плавності ходу та динамічної завантаженості ходових систем тракторів на транспортних роботах») потребує пояснення і уточнення.

Виникає протиріччя за загально можливими режимами руху за умовами експлуатації від яких уникнути на практиці неможливо (нерівномірний рух: розгін, гальмування, резонансні режими за лінійними та кутовими коливаннями), де можливі суттєві динамічні завантаження ходової системи і прискорення водія, та сталим рухом в умовах випадкового збурювання тільки при виконанні функцій транспортних робіт.

Здобувач демонструє суттєві переваги нової системи підресорювання перед серійною в результаті порівняльного аналізу (за натурним експериментом і розрахунками) і дає конкретні рекомендації щодо конструктивних параметрів нової підвіски (стор. 144...146) при виконанні функцій транспортних робіт.

Для виходу на рекомендації щодо конструктивних параметрів нової підвіски у порівнянні з серійною бажано обґрунтування відповідності цих параметрів більш широкому спектру режимів експлуатації. З точки зору порівняльного аналізу, за теоретичними дослідженнями зокрема, на стадії розробки чи модернізації об'єкту, детермінований підхід має певні переваги.

У третьому розділі наведено методику визначення параметрів плавності ходу та динамічної навантаженості ходової системи колісного трактора, а також ступеня демпфування в пневматичній системі комбінованої пневморесорної підвіски.

Зауваження по розділу:

1. Стор. 85. З опису конструкції пневморесорної підвіски не зрозуміло, що являлось джерелом тиску в пневматичній системі. Чи є це штатний компресор передбачений конструкцією трактора, або це додаткове джерело живлення пневморесорної підвіски?

В четвертому розділі виконано порівняльний аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень плавності руху та динамічної навантаженості ходової системи машино-тракторного агрегату при русі по дорозі з асфальтним покриттям та по ґрунтовій дорозі з транспортними швидкостями. Також представлено результати обробки досліджень по визначенню дисипативних властивостей пневморесорної підвіски.

Зауваження по розділу:

1. Стор. 109...139. Наведений «Порівняльний аналіз результатів теоретичних та експериментальних досліджень плавності руху та динамічної навантаженості ходової системи».

Здобувач навів результати експериментальних та теоретичних досліджень. На наведених графіках порівняння експерименту і теорії зроблено при русі на 5...8 передачах транспортного ряду (швидкості 20...38 км/год).

Чому немає порівняння при швидкостях до 20 км/год?

4. Повнота відображення результатів дисертації в опублікованих працях

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в 18 наукових працях, серед них: 1 монографія (у співавторстві), 12 статей у наукових фахових виданнях України (6 – у виданнях, включених до наукометричних баз), 5 – у матеріалах конференцій.

Зауваження по публікаціям:

– наукова новизна дослідження недостатньо відображена у самостійних публікаціях.

5. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

Тема дисертаційної роботи, її об'єкт та предмет дослідження відповідають поставленій меті – поліпшенню показників плавності ходу та динамічної навантаженості ходової системи колісного трактора з шарнірно-зчленованою рамою при виконанні транспортних робіт. Особливо ця мета актуальна при необхідності підвищення конкурентоспроможності вітчизняних тракторів шляхом розробки нових систем підресорювання та вибору їх раціональних параметрів.

Дисертація і автореферат написаний діловою українською мовою з дотриманням наукового стилю. Основні положення, що наведені у авторефераті, співпадають з дисертацією.

6. Дискусійні питання та загальні зауваження щодо дисертаційної роботи

Повний аналіз дисертаційної роботи дозволяє вказати на деякі дискусійні питання та недоліки:

1. Стор. 7. « - вперше...від стану опорної поверхні та наявності зазору в тягово-зчіпному пристрої, що дало змогу підтвердити ефективність впровадження комбінованих пневморесорних підвісок в тракторобудуванні».

За текстом дисертації не знайдено умовного означення величини зазору та відповідно виразу, до якого він включений. Немає також чисельної оцінки впливу його величини. Відсутність такої оцінки не дозволяє зробити практичні рекомендації щодо його впливу на динаміку робочих процесів.

2. Стор. 2. В анотації відмічається, що «При зростанні статичного навантаження на передній міст регулятор положення рами за допомогою клапану автоматично забезпечує надходження стисненого повітря до пневмобалонів по трубопроводах, а при її зменшенні – випуск повітря до атмосфери. Таким чином забезпечується підтримання постійного зазору між пружним упором стискання та переднім мостом».

За текстом дисертації недостатньо інформації щодо роботи системи регулювання. Чи забезпечується корекція зазору між пружним упором стискання та переднім мостом при русі машини по перетнутій місцевості?

3. Стор. 7. «Реалізація чисельного математичного моделювання та обробка експериментальних даних здійснювалась за допомогою системи моделювання динамічних систем «Simulink» системи чисельно-математичного моделювання «Matlab», за принципом візуального програмування».

Який метод рішення системи диференціальних рівнянь (2.90) застосований?

4. В дисертації відсутня інформація, щодо реакції пневмопідвіски на зміну температурних умов експлуатації. В припущеннях та в математичній моделі ця обставина взагалі не знайшла відображення.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Мамонтова А.Г. є закінченою науково-дослідною роботою, яка спрямована на розв'язання актуальної наукової проблеми –

поліпшення показників плавності ходу та динамічної навантаженості ходових систем колісних тракторів на транспортних роботах.

Дисертація виконана відповідно до паспорту наукової спеціальності «Автомобілі та трактори», відповідає її формулі – «Галузь науки и техніки, яка займається дослідженням процесів і закономірностей взаємодії дорожніх транспортних засобів (ДТЗ) із опорою та навколишнім середовищем...» і відповідає одному з напрямів дослідження, перерахованих у паспорті наукової спеціальності, а саме напряму «Плавність ходу та методи її оцінки. Динамічні моделі типових коливань систем підвіски. Коливання ДТЗ під час руху по дорозі із випадковим мікропрофілем.»

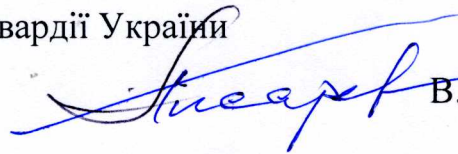
За актуальністю розглянутої проблеми, науковим рівнем її вирішення, загальним обсягом досліджень, теоретичною і практичною цінністю отриманих результатів дисертаційна робота повністю відповідає пунктам 9, 11 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів» щодо кандидатських дисертацій», а її автор, Мамонтов Анатолій Геннадійович, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори.

Офіційний опонент

професор кафедри автобронетанкової техніки

Національної академії Національної гвардії України

доктор технічних наук, професор



В.П. Пісарев

Підпис доктора технічних наук,

професора Пісарєва В.П.

ЗАВІРЯЮ:

Перший заступник начальника академії

з навчально-методичної та наукової роботи




О.О. Морозов