

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Бадейнова Олександра Михайловича на тему «**Динаміка навантажень та покращення пружно-демпфуючих характеристик тягово-зчіпних пристроїв триланкового автопоїзда**», представлену на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 “Галузеве машинобудування” (13 “Механічна інженерія”)

Актуальність теми дисертації.

Робота пов’язана з покращенням важливих експлуатаційних і економічних показників автопоїздів та обумовлена не до кінця вирішеною задачею стійкості та безпеки їх руху.

За результатами теоретичних досліджень було встановлено, що експлуатація автопоїздів в перехідних режимах руху (розгін, гальмування) вимагає конструктивних змін ланок автопоїзда, зокрема їх тягово-зчіпних пристроїв. Ефективність використання автопоїздів в значній мірі залежить від їх здатності зберігати стійкість руху при змінних навантаженнях на їх тягово-зчіпні пристрої. Розв’язання цієї задачі можливе при обладнанні причепів керованими тягово-зчіпними пристроями. Створення такої конструкції тягово-зчіпного пристрою, дослідження його динаміки навантажень і законів роботи є **актуальним** завданням.

Зв’язок роботи з науковими програмами.

Дисертаційне дослідження виконувалось з врахуванням Постанови КМУ від 7.09.2011 р. № 942 “Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року”. Роботу виконано відповідно до наукової держбюджетної тематики кафедри автомобілебудування Національного університету “Львівська політехніка”: “Дослідження та параметрична оптимізація колісних транспортних засобів і спецтехніки” (№ д/р 0114U001683) і “Міцність та безпека кузовів автобусів і автомобілів” (№ д/р 0114U001684).

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна.

Наукову новизну дисертаційного дослідження становлять:

– опрацювання методики оцінювання динаміки навантажень тягово-зчіпних пристроїв триланкових автопоїздів і конструктивного синтезу необхідних пружно-демпфуючих характеристик та інерційності спрацювання

тягово-зчіпного пристрою третьої ланки (другого причепа) автопоїзда;

– використання графів конструктивних схем багатоланкових автопоїздів і тягово-зчіпних пристроїв під час конструювання на етапі компонування із формуванням математичного опису відповідних схем за допомогою рівняння Лагранжа II роду;

– *удосконалення* математичної моделі руху триланкових автопоїздів, яка, на відміну від наявних, дала змогу безпосередньо визначити величини максимальних динамічних навантажень на триланковий автопоїзд та досліджувати, при цьому, характеристики впливу тягово-зчіпних пристроїв різноманітних конструкцій;

– *набули подальшого розвитку* сучасні методи математичного моделювання, що дало можливість встановити закономірності впливу конструктивних параметрів триланкових автопоїздів і тягово-зчіпних пристроїв на показники руху автопоїзда й обґрунтувати конструктивні параметри тягово-зчіпних пристроїв триланкових автопоїздів з урахуванням умов руху та сформулювати практичні рекомендації щодо зменшення динамічних навантажень і покращення характеристик руху автопоїзда.

Практичне значення одержаних результатів дисертаційної роботи полягає в розроблені математичної моделі триланкових автопоїздів, яка дає можливість досліджувати вплив масових, пружно-демпфуючих і геометричних параметрів (зокрема, завантаженості ланок, характеристики жорсткості пружних елементів тягово-зчіпних пристроїв, положення точок з'єднання мас ланок тощо) на характеристики руху та динаміку навантажень елементів конструкції ланок і тягового приводу триланкових автопоїздів. Алгоритми і програми обчислень за допомогою математичної моделі для дослідження руху дають можливість визначити основні експлуатаційні властивості автопоїздів на стадії проектування і конструювання, зменшуючи час і витрати на створення нових і удосконалення наявних триланкових автопоїздів. Методика інженерного розрахунку необхідних пружно-демпфуючих характеристик тягово-зчіпного пристрою автопоїзда дала можливість мінімізувати динамічні навантажень на систему „двигун–трансмсія” та конструкції ланок автопоїзда.

Достовірність результатів дослідження забезпечена коректним використанням існуючих математичних методів і основних положень теоретичної механіки і теорії автомобіля, застосуванням сучасної контрольно-вимірювальної апаратури і засобів математичного опрацювання результатів експериментальних досліджень автопоїзда і підтверджується задовільним збігом результатів аналітичних і експериментальних досліджень.

Результати, одержані автором у дисертаційній роботі прийняті для практичного впровадження конструкторськими підрозділами ПрАТ ХК „АвтоКрАЗ” та ВАТ „Укравтобуспром” розробленої методики розрахунку щодо підбору раціональних пружно-демпфуючих характеристик тягово-зчіпного пристрою автопоїзда. Основні положення та результати дисертаційної роботи використовуються при підготовці фахівців за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування».

Структура, зміст, методологія та оформлення дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 168 сторінок, з них 130 сторінок основного тексту, 50 рисунків, 12 таблиць, бібліографія на 13 сторінках налічує 141 джерело, 7 додатків на 24 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовані мета, задачі, об'єкт і предмет дослідження, викладені наукова новизна, практичне значення, інформація про апробацію та публікації основних положень дисертації.

Автором в **першому** розділі проведено огляд вітчизняних і закордонних публікацій щодо тенденцій використання багатоланкових автопоїздів, дослідження їх експлуатаційних властивостей, зокрема коливань, динаміки навантажень, патентів конструкцій зчіпних пристроїв, методик дослідження багатоланкових транспортних засобів.

Автором визначено коло наявних проблем, визначено мету подальших досліджень і задачі, необхідні для вирішення поставленої мети.

До зауважень:

- не всі рисунки, наведені в розділі I є якісними.

В **другому** розділі обґрунтовано спосіб зниження динамічних навантажень в основних елементах триланкових автопоїздів шляхом їх пружно-демпфувального з'єднання. Для цього запропоновано ще на стадії концептуального проектування сформувати основні якісні характеристики такого пристрою. Для цього запропоновано використовувати морфологічне середовище з задіянням методу почленної диз'юнкції. Це, по суті, структурний аналіз і синтез нових зразків техніки, який передуює параметричному аналізу і оптимізації. Для випадку концептування автопоїзда чи його тягово-зчіпного пристрою автором запропоновано використовувати додаткові критерії з урахуванням процедури ранжирування і типу транспортного засобу. Також ним передбачено урахування принципу докладених зусиль й отриманого ефекту і проведена оцінка сигнатури “Багато”.

До зауважень:

- в таблиці 2.1 наведено «Критерії оцінювання ефективності функціонування машин». Критерій «екологічність» слід віднести до соціальних, а не до Антропометричні;

- в таблиці 2.5 наведено «Урахування принципу докладених зусиль й отриманого ефекту». До транспортних засобів треба додати «... потяг залізничний». Крім того таблицю краще було описати текстом;

- рисунок 2.5 краще назвати «Схема тягово-зчіпного пристрою».

В **третьому** розділі здобувач для загального випадку досліджень запропонував використовувати узагальнену модель руху автопоїзда з використанням рівнянь Лагранжа II-го роду. Але, якщо є локальні задачі досліджень, для зменшення трудомісткості і складності обрахунків, на основі принципу Даламбера спростити узагальнену модель згідно поставленої мети досліджень. При створенні узагальненої моделі для аналізу різних конструкцій автопоїздів використовувалися графи їх конструкцій, що дало можливість типізувати різні конструкції і при цьому враховувати в записі математичної моделі завдання конкретних досліджень.

До зауважень:

- на рисунку 3.4. немає визначення ОЗП, ТЗП, К;

- на стор. 76. наведено «... Дослідження роботи ТЛАП із різними тягово зчіпними пристроями ...». Чи математичний опис різних тягово-зчіпних пристроїв буде однаковим?

В **четвертому** розділі проведена апробація методики розрахунку динаміки навантажень тягово зчіпних пристроїв колісних багатоланкових транспортних засобів. Методика складалася з трьох етапів. На першому етапі апробації програмної моделі проводилася перевірка правильності запису рівнянь математичної моделі. Тут були розглянуті тривіальні випадки статички і динаміки триланкових автопоїздів. Метою другого етапу апробації програмної моделі була перевірка точності вибраного числового методу з урахуванням особливостей функціонування автомобіля (режими руху, межі зміни параметрів, стійкість числового методу, тощо). Для цього було проведено аналіз результатів відомих досліджень та їх зіставлення із результатами, отриманими за допомогою розробленої програмної моделі. Третій етап апробації дав можливість отримати реальні значення параметрів та характеристик, необхідних для подальших різнопланових комп'ютерних досліджень.

Проведені експериментальні дослідження і співставлення результатів з програмної моделі підтвердили адекватність математичної моделі у реальному часі.

До зауважень:

- на рисунку 4.4. не вказано позиції елементів вимірювального комплексу, описаних в легенді.

В п'ятому розділі промодельовано процеси, які відбуваються в тягово-зчіпному пристрою при неусталених режимах руху (розгін і гальмування), а також поведінку триланкового автопоїзда з використанням розробленого пневматичного тягово-зчіпного пристрою. Отримано числові результати для конкретного автопоїзду. На основі проведених досліджень розроблено методику розрахунку пневматичного тягово-зчіпного пристрою, яка полягає у послідовному розрахунку амортизатора, пневмобалона, компресора, ресивера і пневмобалонів, що їх з'єднують. Під час вибору типорозмірів, геометричних розмірів і матеріалів враховано умови експлуатації, статичне навантаження на тягово-зчіпний пристрій, робочий тиск у пневмосистемі та режими руху триланкового автопоїзду.

До зауважень:

- для режимів роботи тягово-зчіпних пристроїв (рис. 5.1) описано і проаналізовано тільки найкращий випадок. Варто також було б описати і найгірший, проаналізувавши причини його появи.

Основні висновки, наведені в дисертації, достатньо обґрунтовані автором, сформульовані на підставі результатів проведених розрахункових і експериментальних досліджень.

Повнота викладення результатів в опублікованих працях.

Основні положення дисертації опубліковано в 11 працях: 3 статті у наукових періодичних виданнях іншої держави, 4 – у наукових фахових виданнях України, 4 тези доповідей та матеріалів конференцій.

Праці Бадейнова О.М. відповідають п. 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 року № 167 (зі змінами, внесеними від 21.10.2020 р.).

Відсутність порушення академічної доброчесності.

У дисертаційній роботі Бадейнова О.М. «Динаміка навантажень та покращення пружно-демпфуючих характеристик тягово-зчіпних пристроїв триланкового автопоїзда» ознак академічного плагіату не виявлено. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Зауваження щодо змісту дисертаційної роботи.

1. Вираз «– використання графів конструктивних схем ...» і т.д. не розкриває наукову новизну дослідження.
2. У розділах 2 та 4 наводиться забагато загальновідомих положень (о суті методу дослідження у морфологічному середовищі, об експериментальних дослідженнях).
3. На рисунки 3.2 – 3.5 має місце невдале посилання, що ускладнює розгляд роботи.
4. Має місце повтор рисунків по розділу 4 і додатку Б.
5. Деякі формули та символи, що використовуються у формулах в розділах 2 та 3 наведені некоректно.
6. Абзаци 3, 4, 6, 7 висновків по розділу 4 частково або повністю дублюють абзаци відповідно 8, 9, 1, 2.

Наведені зауваження не знижують високий науковий рівень дисертаційної роботи, новизну та достовірність отриманих результатів дисертації.

Отримані в дисертаційній роботі закономірності та їх аналіз представляють собою завершене науково-практичне дослідження, що дозволяє поліпшити показники стійкості руху автопоїзда.

Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння ступеня доктора філософії.

Розглянута дисертаційна робота є самостійною завершеною науково-дослідною працею автора. Матеріал, який викладений у дисертаційній роботі свідчить про достатній рівень розробки теми. Порядок та стиль викладення матеріалу відповідає вимогам, які пред'являються до дисертаційних робіт. Результати досліджень і висновки, які отримані при дослідженнях в попередніх наступних розділах. Це обумовлює внутрішню єдність дисертаційної роботи, при цьому всі етапи роботи спрямовані на досягнення мети, яка поставлена в роботі, зміст якої відповідає спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” (13 “Механічна інженерія”).

Методологія дисертації сучасна, включає широке використання математичних методів, комп'ютерне моделювання та експериментальну перевірку основних положень.

Дисертаційна робота показує, що її автор сформувався як науковець, який може самостійно ставити і вирішувати наукові та дослідницькі завдання,

аналізувати отримані результати та обґрунтовувати висновки і рекомендації щодо поліпшення показників стійкості руху автопоїздів.

Дисертація представлена зрозумілою мовою, з використанням загальноприйнятої термінології та добре ілюстрована. Оформлення дисертації відповідає вимогам.

Загальний висновок

1. Робота присвячена вирішенню актуальної науково-практичної задачі підвищення ефективності та безпечності руху автомобільних поїздів.

2. Об'єм дисертаційної роботи відповідає вимогам до дисертацій на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 "Галузеве машинобудування" (13 "Механічна інженерія").

3. Зауваження до матеріалів дисертаційної роботи, що наведені у відгуку, не ставлять під сумнів результати роботи, які достатньо повно відображені у наукових працях, обговорені на науково-технічних конференціях, є відповідні акти використання та сертифікати.

4. Дисертаційна робота Бадейнова О.М. «Динаміка навантажень та покращення пружно-демпфуючих характеристик тягово-зчепних пристроїв триланкового автопоїзда» відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» (зі змінами внесеними від 31.05.2019 р.), Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167 зі змінами, внесеними від 21.10.2020 р.). Загалом робота є завершеною науковою працею, теоретичні та експериментальні дослідження проведені на належному науковому рівні.

5. Вважаю, що Бадейнов Олександр Михайлович заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 133 "Галузеве машинобудування" (13 "Механічна інженерія").

Офіційний опонент:

професор кафедри автомобілів
і транспортних технологій

Державного університету
«Житомирська політехніка»,

доктор технічних наук, професор

Підпис д.т.н. Кравченка О.П. засвідчую

Учений секретар

Державного університету

«Житомирська політехніка»

к. держ. упр.



Олександр КРАВЧЕНКО

Лариса СЕРГІЄНКО