ВІДГУК
офіційного опонента на дисертаційну роботу
Босенка Володимира Миколайовича
"Підвищення показників маневреності та стійкості руху сідельних автопоїздів для перевезення довгомірних вантажів",
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори

1. Актуальність теми

Автопоїзд є засобом підвищеної небезпеки, при вирішенні проблем щодо можливості експлуатації керованих автопоїздів у числі перших питань слід робити кроки спрямовані на теоретичне досліджень маневреності та стійкості їх руху. Це є основною проблемою над якою працюють ведучі фахівці галузі машинобудування. Дана задача вирішується раціональним вибором системи управління причіпними ланками.

Дисертаційна робота Босенка В.М. спрямована на підвищення продуктивності та безпечності руху сідельних автопоїздів для перевезення довгомірних вантажів при виконанні транспортних робіт, у тому числі, в умовах щільного міського потоку.

Дисертація відповідає основному науковому напрямку кафедри автомобілів Національного транспортного університету, виконана у рамках завдань держбюджетної НДР МОН України: «Підвищення продуктивності, економічності та безпеки автомобілів та автопоїздів» номер держреєстрації 0110U008227 (2011-2013рр.), «Поліпшення експлуатаційних властивостей автомобілів та автопоїздів з різними енергетичними установками» номер держреєстрації 0114U000119 (2014р., 2016р.) «Поліпшення експлуатаційних властивостей автотранспортних засобів з комбінованими енергетичними установками» номер держреєстрації 0117U000125 (2017-2019рр.).

На основі вищезазначеного вважаю, що тема дисертаційної роботи та наукові задачі, які сформульовані в роботі Босенка В.М. є актуальними.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі

Результати досліджень представлено в розгорнутому вигляді у висновках до кожного розділу, а також в 8 загальних висновках розділу ВИСНОВКИ дисертаційної роботи:

Перший висновок відображає зміну показників маневреності і стійкості автопоїзда із довгобазовим напівпричепом в найбільш типових умовах руху.

Висновок відповідає сформульованій задачі, проте, не зрозуміло, що має на увазі автор під "при малих швидкостях руху".

Другий висновок висвітлює ефект, який вдалось помітити автору при русі автопоїзда при інтенсивній зміни кривизни траєкторії, що обумовлений гальмівними моментами на колесах окремих осей або бортів возика.

З висновку не зрозуміло, який саме гальмівний момент та комбінація гальмуючих коліс призводять до цього ефекту.

КАНЦЕЛЯРІЯ НТУ
Вх. № 01/166
«15» 02 2021 р.

Третій висновок доведено, що при невеликій базі напівпричепа виконувати возик з усіма поворотними осями недоцільно. Кращою є схема з передньою або крайніми поворотними осями.

Висновок відповідає сформульованій задачі, проте, вважаю, що було б доцільно доповнити його згаданими у висновку рекомендаціями.

Четвертий висновок висвітлює влив перерозподілу навантажень на колесах осей возика напівпричепа та поздовжніх сил, обумовлених гальмуванням коліс одного борту.

Даний висновок цілком коректний, проте з дисертаційної роботи слідує, що гальмуванням коліс одного борту возика напівпричепа, зменшує величину поперечних сил і збільшує радіус колової траєкторії при обраних швидкостях руху.

П'ятий висновок має практичну значимість, відображає результати теоретичних досліджень автопоїзда з керованим напівпричепом, автором визначено зміну кута складання автопоїзда при різних способах керування напівпричепом. Визначені межи стійкого рух автопоїзда з керованими колесами напівпричепа і корекцією траєкторії возика гальмуванням коліс одного борту.

У висновку автор вказує, що перевищення швидкості руху понад 15 м/с призводить до нестійкого руху автопоїзда.

Шостий висновок має теоретичну та практичну значимість, автором узагальнено математичні моделі автопоїзда у поздовжньо–вертикальній площині, визначено критичну швидкість його руху. Встановлено інтервали коливальної нестійкості і загасання збурень в залежності від швидкості автопоїзда.

Висновок відповідає поставленій задачі, проте автором не проводились випробування на реальному автопоїзді в зонах нестійкості, крім того не зрозуміло, що мається на увазі під "інтервалом нестійкості" для автопоїзда.

Сьомий висновок зроблено на основі проведених експериментальних досліджень на моделі автопоїзда. Підтверджена адекватність розроблених математичних моделей для визначення показників маневреності автопоїзда як з системою подвійного керування возиком напівпричепа, так і подвійною системою управління возиком напівпричепа і корекцією траєкторії возика шляхом гальмування коліс одного борту.

Висновок відповідає задачам експериментального дослідження, проте автор не наводить порівняльні данні щодо величин відхилення траєкторії для різних систем керування возиком.

Восьмий висновок містить інформацію щодо назв організацій де впроваджено результати досліджень і має лише інформаційну спрямованість.

3. Наукове значення роботи

– вперше обґрунтовано застосування комбінованої системи управління напівпричепом, що включає подвійний привід керування і гальмування коліс одного борту коліс напівпричепа, за яких забезпечуються нормовані значення показників маневреності автопоїзда з довгобазовим напівпричепом;

– удосконалено методику визначення критичної швидкості і граничної швидкості початку коливальної нестійкості автопоїзда з різними системами управління колесами (осями) напівпричепа, яка дозволяє підбирати та

оптимізувати параметри системи управління напівпричепом та автопоїздом в цілому, завдяки чому забезпечується стійкість його руху в межах експлуатаційних навантажень та швидкостей.

– отримав подальший розвиток підхід до визначення гальмівних моментів на окремих колесах возика напівпричепа, як складових загального повертального моменту, що забезпечує необхідні показники маневреності та стійкості руху автопоїзда.

4. Цінність і можливі напрями використовування одержаних результатів

В дисертаційній роботі здобувач виробив рекомендації щодо перспективних систем керування возиком напівпричепа та межі їх застосування на прикладі сідельного довгобазного напівпричепа. Розроблені математичні моделі руху автопоїзда, можуть бути використані підприємствами при аналізі конструктивних параметрів автопоїздів для прогнозування показників маневреності та стійкості. Результати експериментальних досліджень, що представлені в розгорнутому вигляді у тексті дисертації, мають беззаперечну цінність для вітчизняної науки, оскільки сьогодні відсутня інформація щодо реальної розбіжності траєкторій автопоїздів з різними системами керування.

Обґрунтованість наукових положень, рішень, висновків і рекомендацій дисертаційної роботи базується на коректному математичному рішенні поставлених задач.

Достовірність отриманих результатів 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 макета автопоїзда і підтверджується задовільним збігом результатів аналітичних і експериментальних досліджень.

5. Повнота подання результатів роботі в опублікованих працях

Основний зміст дисертаційної роботи відображено у 35 наукових працях, серед них: 18 статей у наукових фахових виданнях України, 4 статті у закордонних періодичних фахових виданнях, 9 – у матеріалах конференцій. Опубліковано навчальний посібник та отримано Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір. Отримано 3 патенти на винахід та корисну модель.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

6. Апробація матеріалів дисертації

Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися та отримали позитивну оцінку на міжнародних науково-практичних конференціях: XVI–тій міжнародній науково–технічній конференція «Автомобільний транспорт: проблеми і перспективи» Севастопольський національний технічний університет (м. Севастополь, Україна 2013р.); XX научно–технической конференции с международным участием – (Ековарна, Болгарія, 2014 р.); Международной научно–практической конференции «Общество, наука и инновации» Научный

центр «Аэтерна» (г. Уфа, Российская федерация, 2014г.); VIII–ой международной научно–технической конференция «Проблемы качества и эксплуатации автотранспортных средств» (г.Пенза, Российская федерация, 2014г.); 13–й Международной научно–технической конференции «Наука – образованию, производству, экономике», БНТУ (г. Минск, Белоруссия, 2015г.); на наукових конференціях професорсько–викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Київ, Україна, 2014 – 2016 рр.); на IV–й Міжнародній науково–практичній конференції «Науково – прикладні аспекти автомобільної і транспортно–дорожньої галузей» (м. Луцьк, Україна, 2016р.).

7. Оцінка змісту, завершеності та оформлення дисертації

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків.

У вступу відображено актуальність проведеного дослідження, а також основні наукові положення, що виносяться на захист.

Вступ побудований відповідно до вимог і погоджується зі змістом роботи в цілому.

Зауважень до вступу немає.

Перший розділ присвячено огляду вітчизняних і закордонних публікацій щодо дослідження криволінійного руху автопоїзда. Автором вказано на доцільність розробки систем управління керованими колесами возика напівпричепа. В якості основної задачі дослідження прийняті показники маневреності і стійкості АТЗ та встановлення кількісного і якісного зв'язку між його характеристиками та компонувальною схемою.

За матеріалами вітчизняних та зарубіжних наукових робіт виконано аналіз підходів, щодо використання систем керування причіпними ланками. Встановлено, що необхідний кут повороту коліс причіпних ланок має складний характер, він залежіть від багатьох факторів, особливий вплив мають кут складання автопоїзда та його швидкість руху.

Проведено аналіз систем керування причіпних ланок та перспективних способів комбінованого управління. У результаті виконаного огляду і аналізу робіт за темою сформовані задачі дослідження.

Зауваження до першого розділу:

– на рис. 1.3 доцільніше було б привести розшифрування прийнятих графічних позначень та назв схем, що розглядаються в розділі 2 та 3, та привести її детальний опис.

– в розділі відсутня нумерація формул, що ускладню ознайомлення з роботою.

В другому розділі автором наочно визначені показники маневреності автопоїзда з керованим напівпричепом. Автор визначає інтенсивність зміни кривизни траєкторії возика напівпричепа при збільшенні гальмівного моменту на колесах возика в різних комбінаціях.

Повертаючий момент на осях напівпричепа створюється як роботою приводу управління, так і дією гальмівного моменту на колесах одного борту возика. Багатоваріантними розрахунками, виконаними на ПК встановлено, що для

забезпечення оптимальних показників маневреності автопоїзда гальмівний момент на колесах одного борту возика напівпричепа не повинен перевищувати 20% моменту, можливого до реалізації на осях возика за умови зчеплення його коліс з опорною поверхнею. Досліджено коливальні явища що відбуваються протягом першої секунди при неусталених поворотах з високою інтенсивністю.

На основі всебічного дослідження обраних компонувальних схем та типів управління сформульовано рекомендації до перспективних автопоїздів щодо співвідношення кутів відведення коліс, розподілу маси по осях та величини максимально можливого гальмівного моменту на колесах возика.

Зауваження до другого розділу:

– в рівнянні (2.22), що наведено на сторінці 87, знак «±» залежіть від напрямку гальмівного моменту, проте не зазначено в якому саме випадку береться той чи інший знак;

– на рис. 2.7 наведені залежності ГСР автопоїзда з двома тягачами. Відсутнє обґрунтування чому були обрані саме тягачі VOLVO і КрАЗ? Не зрозуміло, що хотів сказати цим автор.

В третьому розділі розроблена математична модель та визначені показники стійкості автопоїзда. Був використаний модульний принцип побудови автопоїзда, ведена ланка складається з кінематично незалежних платформи і возика, несуча система напівпричепа (або вантаж, виконує функцію несучої системи) спирається на возик, причому між ними існує шарнірний зв'язок, а керованими є колеса або осі возика. Використання такої схеми компонування надає універсальності розробленій моделі, що дозволяє використовувати її для багатьох автопоїздів.

Для некритичних за Ляпуновим випадків можна обмежитися аналізом лінійного наближення стаціонарного руху автопоїзда, що й було зроблено автором роботи, рівняння було приведено до нормального виду Коші.

Було отримано характеристичне рівнянням для вихідної лінеризованої системи рівнянь шостого порядку, математичні обчислення проводилися за допомогою програмного забезпечення Maple 15.

Автором було визначено: критичну швидкість автопоїзда та вплив на неї конструктивних параметрів; показники стійкості у загальному випадку руху автопоїзда; кути відведення коліс візка і автомобіля тягача; кути повороту керованих коліс тягача і передньої осі напівпричепа за різних значень величини гальмівного моменту.

Зауваження до третього розділу:

– формули наведені після формули (3.42) не мають нумерації, це ускладнює ознайомлення з роботою;

– в табл. 3.2 – 3.4 із значеннями коренів характеристичного рівняння дуже важко приймаються і перевантажують роботу.

В четвертому розділі автором наведено етапи, мету, об’єкт, методику та результати експериментальних досліджень на фізичній моделі автопоїзда, які було проведено автором.

Натурним зразком при складанні фізичної моделі автопоїзда був обраний автопоїзд категорії N3+O4 у складі двовісного сідельного тягача Volvo FM–500 та тривісного напівпричепа KRONE – SDP 24.

В роботі є детальний опис використаної фізичної моделі автопоїзда, електронного приводу керування напівпричепом, використаного обладнання та датчиків. Приведені основні положення теорії подібності на підставі яких автор вирішив використати фізичну модель.

Організація та проведення експериментів передбачало три повторності у кожному з режимів, згідно вимог ДСТУ 3310–96. Виконувалися маневри на 90°, 180° та S–подібний, в кожному випадку проводилася фотофіксація заїздів з подальшою їх обробкою для визначення відхилення траєкторії тягача від заданої. Також визначалися параметри стійкості руху при русі автопоїзда прямолінійною траєкторією, а також при виконанні маневрів "переставка" і "поворот".

В тексті дисертації подано вичерпну інформацію щодо конструкції самої моделі фізичного автопоїзда та датчиків, що застосовані для виміру та запису корисних сигналів.

Зауваження до четвертого розділу:

– формули в цьому розділі не мають нумерації;

– варіювання швидкості руху моделі автопоїзда мало на меті визначити показники його стійкості, та зони: вхід в поворот, сталий руху та вихід з повороту, проте відсутні ці результати в табличній формі.

8. Загальні зауваження і рекомендації

1. В роботі автор концентрує свою увагу та рекомендує використовувати подвійний привід керування напівпричепом з корекцією траєкторії возика шляхом гальмування коліс одного його борту. Проте таке гальмування ефективне при малих швидкостях руху, коли і так ще не порушуються показники стійкості руху.

2. З розділу 2 не зрозуміло чому саме були обрані такі величини гальмівного моменту на колесах візка автопоїзда. Вважаю доцільним доповнити це необхідними поясненнями.

3. В розділі 2 та 3 розглянуто як просторова так і пласка моделі автопоїзда, однак всі висновки проводилися при русі автопоїзда по горизонтальній поверхні без нахилу, вважаю доцільним ввести у розрахунок кут нахилу опорної поверхні, що зробить математичну модель більш універсальною.

4. Експериментальні дослідження довгобазного автопоїзда бажано було провести на натурному зразку, адже використання теорії подібності має певні обмеження.

Зауваження по роботі, що відзначені у відгуку, не ставлять під сумнів вихідні наукові положення й основні результати досліджень, що пройшли достатню апробацію.

Оцінка мови, стилю й оформлення

Мова й стиль дисертації забезпечують достатню доступність сприйняття викладених матеріалів досліджень, наукових положень, висновків. Дисертація й автореферат написані на високому рівні й оформлені відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України.

Висновок на відповідність дисертації установленим вимогам

Дисертаційна робота Босенко Володимира Миколайовича "Підвищення показників маневреності та стійкості руху сідельних автопоїздів для перевезення довгомірних вантажів" за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності

05.22.02 – автомобілі та трактори. Дисертація є завершеною науково–дослідною роботою, яка розв'язує важливу наукову задачу, суть якої полягає в забезпеченні нормованих значень показників маневреності та стійкості руху автопоїзда з довгобазовим напівпричепом при застосуванні комбінованої системи управління напівпричепом, що включає подвійний привід керування і гальмування коліс одного борту коліс напівпричепа, як складових загального повертального моменту. Дисертаційна робота відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 "Порядку присудження наукових ступенів" щодо кандидатських дисертацій, а здобувач Босенко Володимир Миколайович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.02 – автомобілі та трактори.

Офіційний опонент,
кандидат технічних наук,
доцент кафедри
автомобілів і транспортних технологій
Луцький національний технічний університет В.П. Онищук

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Код в ЄДРПОУ 05477296

ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ:
Учений секретар
ЛУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
доц. А.Земко