РЕЦЕНЗІЯ

на дисертацію **«Поліпшення маневреності колісних машин шляхом використання роздільного приводу коліс поворотного мосту»**
здобувача **Гармаша Вячеслава Петровича,**
поданої на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань
27 – «Транспорт» за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт»

Актуальність теми дисертаційної роботи визначається тим, що маневреність є однією з найбільш важливих експлуатаційних властивостей колісних машин, у тому числі і автомобілів. Ця властивість впливає не тільки на безпеку руху, але також і на продуктивність автомобільного транспорту. Сучасний розвиток конструкцій електромобілів і гібридних автомобілів дозволяє забезпечити роздільне керування лівими та правими колесами. Це дає можливість полегшити керування автомобілем та зменшити керуюче зусилля за рахунок створення різних крутних моментів на колесах і появи додаткового поворотного моменту.

Метою дисертаційної роботи є підвищення безпеки дорожнього руху шляхом підвищення маневреності колісних машин за рахунок використання ведучих поворотних мостів з роздільним приводом лівого та правого коліс.

Вирішені наступні **завдання** для досягнення поставленої мети дисертаційної роботи:

– проведено теоретичне дослідження динаміки двовісної колісної машини з переднім поворотним мостом і роздільним приводом лівого та правого коліс;

– виконано теоретичне дослідження динаміки багатовісної колісної машини з поворотними мостами;

– здійснено просторове моделювання та експериментальні дослідження маневреності малогабаритної колісної машини з поворотними мостами.

Об'єктом дослідження є колісна машина з поворотними мостами і роздільним приводом на колеса різних бортів.

Предметом дослідження є процес визначення раціональних характеристик роздільного управління колесами різних бортів поворотних мостів, що забезпечує поліпшення показників маневреності колісних машин.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, результатів і висновків дисертації забезпечена коректним використанням сучасних методів теоретичного та експериментальних досліджень (у теоретичній частині використовувалися методи класичної механіки та кінематичного аналізу механізмів теорії механізмів та машин, в експериментальній частині – метод парціальних прискорень, методи електричних вимірювань механічних величин); узгодженістю та кореляцією одержаних результатів з результатами теоретичних досліджень. Дисертаційна робота має суттєве практичне значення, оскільки отримані результати використовуються у освітній, науковій та практичній

діяльності Харківського національного автомобільно-дорожнього університету, Національної академії Національної гвардії України (м. Харків), ПрАТ "НВО Практика".

Наукова новизна результатів дослідження полягає у наступному:

вперше:

1. отримано вплив різниці дотичних реакцій дороги на колесах на динаміку руху переднього моста при здійсненні його повороту;

2. визначено умови, за якими керування поворотом мостів і поворотних платформ потрібно здійснювати за рахунок створення різниці крутних моментів на колесах, чи загальмовування коліс одного з бортів.

дістали подальшого розвитку:

1. теорія повороту колісних машин динамічним способом у напрямку динаміки поворотних мостів колісних машин з незалежним приводом окремих коліс;

2. метод оцінювання маневреності колісних машин за кількістю ступенів рухливості ходової частини в напрямку багатовісних автомобілів з двовісними поворотними платформами.

Теоретичну основу проведеного дослідження складають наступні положення:

1. Запропонований спосіб керування машиною з двома двовісними поворотними платформами дозволяє підвищити маневреність чотиривісних колісних транспортних засобів. Такий спосіб дозволяє здійснювати наступні рухи колісної машини: традиційний поворот за рахунок повороту передньої чи задньої двовісних платформ при відсутності повороту іншої; поворот с малим радіусом при одночасному повороті передньої та задньої платформ у протилежні боки; рух боком чи відносно власної осі при одночасному повороті передньої і задньої двовісних платформ на кут 90^0; рух "крабом" під час повороту передньої і задньої двовісних платформ в один бік на однакові кути.

2. Отриманий вираз для крутного моменту, що діє на двовісну поворотну платформу, дозволив визначити, що чим вище сумарне тяглове зусилля, тим вище крутний момент, що розглядається. Зі зменшенням долі тяглового зусилля, яке припадає на колеса внутрішнього борту поворотної платформи, крутний момент також збільшується.

3. Отримана залежність долі тяглового зусилля, яке припадає на колеса внутрішнього борту поворотної платформи, від коефіцієнтів зчеплення коліс з дорогою φ та використання зчіпної ваги M_x дозволило визначити, що: при відносно малих значеннях $M_x(P_k)$ для подолання опору повороту платформи необхідно колеса внутрішнього борту загальмовувати; при значенні $M_x < 0{,}4$ і $\varphi = 0{,}8$ для двовісних платформ, що мають B/L_T у межах [0,2; 0,6] керування повороту за рахунок створення різниці тяглових зусиль на бортах неможливе.

4. Визначення максимально припустимого значення коефіцієнту використання зчіпної ваги $M_{x_{max}}$ дозволило визначити, що при вході до

повороту і $M_x < M_{x_{max}}$ потрібно загальмувати колеса внутрішнього борту, а при $M_x \geq M_{x_{max}}$ потрібно створювати різницю тяглових зусиль на колесах зовнішнього і внутрішнього бортів.

Зміст роботи відповідає назві дисертації та спеціальності 274 – Автомобільний транспорт.

Практичне значення отриманих результатів полягає в створенні нових способів керування поворотом колісних машин і оригінальних конструкцій елементів ходової частини, що дозволяє підвищити маневреність колісних машин. Запропонована оригінальна конструкція переднього поворотного мосту дозволяє реалізувати нові способи керування поворотом колісної машини. Технічні рішення захищено патентами України на корисну модель.

Основні положення дисертації представлені на національних та міжнародних конференціях та повністю **опубліковані у фахових виданнях та виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз**.

Результати дисертаційної роботи повністю відображено в публікаціях:

1. Оцінка керованості автомобілів з електромотор-колесами переднього поворотного мосту / **В.П. Гармаш** та ін. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків: Державний біотехнологічний університет. 2021. № 23. С. 122–131.
2. **Гармаш В.П.,** Подригало М.А., Побережний А.А. Поліпшення маневреності чотиривісних автомобілів збільшенням числа ступенів рухливості ходової частини // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. Харків: Національна академія Національної гвардії України. 2022. том 1, № 39. С. 38–41. DOI: https:/doi.org/10/33405/2409-7470/2022/1/39/263364.
3. **Гармаш В.П** Керування процесом маневрування чотириколісного спеціального шасі з комбінованою енергетичною установкою // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. Харків: Національна академія Національної гвардії України. 2022. том 2, № 40. С. 19–25. DOI: https://doi.org/10.33405/2409-7470/2022/2/40/270518.
4. **Vyacheslav Garmash** Improving The Maneuverability Of Vehicles By Using Front Swivel Axles With Separate Electric Wheels / Mikhail Podrigalo, Nikolay Artiomov, Stanislav Horielyshev, Igor Boikov, Dmitro Baulin, Aleksandr Nakonechnyi, Serhii Sukonko, Natalia Gleizer, Natalia Yurieva // EUREKA: Physics and Engineering, 2023. Number 3(41), P. 29–39, DOI: 10.21303/2461-4262.2023.002838.
5. Поліпшення маневреності колісного транспортного засобу шляхом вдосконалення способу управління поворотом / **В.П. Гармаш** та ін. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Машинознавство та САПР. Харків: НТУ "ХПІ". 2023. №1. С. 68-76. DOI: 10.20998/2079-0775.2023.1.07.
6. Черніков О.В., **Гармаш В.П.** 3D моделювання процесу маневрування

чотиривісного колісного шасі з двома поворотними платформами // Збірник наукових праць Національної академії Національної гвардії України. Харків: Національна академія Національної гвардії України. 2023. Том 1, № 41. С. 104–110. DOI: https:/doi.org/10.33405/2409-7470/2023/1/41/280889.

7. Подригало М.А., **Гармаш В.П.**, Закапко О.Г., Манжура С.А. Підвищення маневреності автомобілів застосуванням поворотних мостів // Актуальні питання забезпечення службово-бойової діяльності військових формувань та правоохоронних органів: зб. тез доп. IX всеукраїнської наук.-практ. конф., м. Харків, 29 жовт. 2020 р. Харків: НА НГУ, 2020. С. 245.

8. Подригало М.А., Побережний А.А., Баулін Д.С., Горєлишев С.А., **Гармаш В.П.** Поліпшення повертання чотиривісних автомобілів застосуванням двох передніх поворотних мостів // Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2021: зб. тез доп. II Міжнар. наук.-техн. конф., м. Вінниця, 13-15 трав. 2021р. Вінниця: ВНТУ, 2021. С. 233-235. https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2021/paper/view/13090.

9. Подригало М.А., **Гармаш В.П.** Підвищення показників керованості автомобілів з електромотор-колесами переднього поворотного мосту // Спільні дії військових формувань і правоохоронних органів держави: проблеми та шляхи вирішення в умовах воєнного стану: матеріали IV міжнародної наук.-практ. конф., м. Одеса, 20 жовтня. 2022р. Одеса: Військова академія, 2022. С. 44.

10. Подригало М.А., Кайдалов Р.О., **Гармаш В.П.** Оцінка динаміки повороту переднього мосту автомобіля при різниці крутних моментів на колесах // Застосування Сухопутних військ ЗСУ у конфліктах сучасності (за досвідом забезпечення національної безпеки і оборони у російсько-українській війні в 2022 році): матеріали міжвід. наук.-практ. конф., м. Львів, 17 листоп. 2022р. Львів: Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, 2022. С. 318.

11. Подригало М.А., Гецович Е.М., **Гармаш В.П.** Новий спосіб компенсації зносу фрикційної накладки гальм // Актуальні питання забезпечення службово-бойової діяльності військових формувань та правоохоронних органів: зб. тез доп. XI міжнародної наук.-практ. конф., м. Харків, 29 жовтня. 2022р. Харків: НА НГУ, 2022. С. 228-231.

12. Подригало М.А., Горєлишев С.А., **Гармаш В.П.** Обґрунтування напрямків модернізації та створення нових зразків броньованої колісної техніки Національної гвардії України // Проблеми оперативного та логістичного забезпечення складових сектору безпеки і оборони України: зб. тез доп. всеукр. наук.-практ. конф., м. Харків, 23 лютого. 2023р. Харків. НА НГУ, 2023. С. 88-90.

13. Подригало М.А., Черніков О.В., **Гармаш В.П.**, Горєлишев С.А., Баулін Д.С. Моделювання процесу маневрування чотиривісної машини // зб. тез доп. міжнарод. наук.-практ. конф., м. Кам'янське, 16-18 трав. 2023р., Кам'янське. Дніпровський державний технічний університет, 2023. С. 26-28.

14. Наукові основи створення спеціального шасі з комбінованою енергетичною установкою для колісної техніки Національної гвардії України:

звіт про НДР ("Шасі-К") (заключний) Національна академія НГ України. Кер. М.А. Подригало, вик. Д.С. Баулін, О.О. Морозов, **В.П. Гармаш**, Р.О. Кайдалов, А.І. Нікорчук, С.А. Горєлишев, В.П. Одейчук, А.А. Побережний та М.І. Ільченко, № держреєстрації 0121U107478. Харків, 2023. 185 с.

15. Розробка енергоефективного машинного комплексу для транспортного забезпечення Збройних Сил та Національної гвардії України: звіт про НДР (остаточний) Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Кер. М.А. Подригало, вик. Д.В. Абрамов, О.П. Смирнов, **В.П. Гармаш** та інші. № держреєстрації 0121U109610. Харків, 2022. 178 с.

16. Розроблення дослідного зразка енергоефективного колісного малогабаритного транспортного засобу подвійного використання: звіт про НДР (проміжний) Харківський національний автомобільно-дорожній університет Кер. М.А. Подригало, вик. **В.П. Гармаш** та ін. за договором №ДЗ/141-2022 від 25 жовтня 2022, № держреєстрації 0122U200935. Харків, 2022, 156 с.

17. Динаміка повороту переднього мосту автомобіля при різниці крутних моментів на колесах / **Гармаш В.П.** та ін. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків: Державний біотехнологічний університет. 2021. № 24. С. 64–71.

18. **Гармаш В.П.**, Єманов В.В., Споришев К.О. Модель прогнозування обсягу виходу з ладу озброєння та військової техніки підрозділів Національної гвардії України. Вчені записки Таврійського Національного університету імені В.І.Вернадського. Серія технічні науки. 2021. Том 32 (71) № 1, частина 2. С. 87–91.

19. Патент України № 151645 на корисну модель МПК (2006.01) B60W 10/20. Спосіб керування поворотом автомобіля. М.В. Байцур, М.А. Подригало, Р. О. Кайдалов, С.А. Горєлишев, **В.П. Гармаш**, А.А. Побережний: № u 2021 07650; заявл. 28.12.2021; опубл. 25.08.2022, Бюл. № 34/2022.

20. Патент України № 151646 на корисну модель МПК (2006.01) B60W 10/00, B60W 10/20. Керований поворотний міст колісного транспортного засобу. М.А. Подригало, Р. О. Кайдалов, **В.П. Гармаш**, В.М. Третьяк, А.І. Нікорчук: № u 2021 07655; заявл. 28.12.2021; опубл. 25.08.2022, Бюл. № 34/2022.

21. Патент України № 151647 на корисну модель МПК (2006.01) B60W 10/20. Спосіб керування поворотом транспортного засобу. М.В. Байцур, М.А. Подригало, Р. О. Кайдалов, **В.П. Гармаш**, В.М. Третьяк, А.І. Нікорчук: № u 2021 07664; заявл. 28.12.2021; опубл. 25.08.2022, Бюл. № 34/2022.

22.Патент України № 151648 на корисну модель МПК (2006.01) F16D 65/00, F16D 65/56. Спосіб компенсації зносу фрикційної накладки гальм. Є.М. Гецович, М.А. Подригало, **В.П. Гармаш**: № u 2021 07683; заявл. 28.12.2021; опубл. 25.08.2022, Бюл. № 34/2022.

23.Патент України № 151941 на корисну модель МПК (2006.01) B60W 10/20. Спосіб управління рухом чотиривісного транспортного засобу. М.В. Байцур, Д.С. Баулін, В.О. Богомолов, **В.П. Гармаш**, С.А. Горєлишев, Р.О. Кайдалов, О.О. Морозов, А.А. Побережний, М.А. Подригало: № u 2021 07634; заявл. 28.12.2021; опубл. 05.10.2022, Бюл. № 40/2022.

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача, наукових праць здобувача та Протоколу контролю оригінальності (перевірку наявності текстових запозичень виконано в антиплагіатній системі Unicheck) встановлено, що дисертаційна робота виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

Дисертація **Гармаша В.П.** на тему «Поліпшення маневреності колісних машин шляхом використання роздільного приводу коліс поворотного мосту» відповідає вимогам «Порядку присудження ступеню доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44. Дисертація оформлена згідно з вимогами освітньо-наукової програми Автомобільний транспорт, яка реалізується в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті і не суперечить вимогам Наказу МОН України від 17.01.2017 року № 40.

Висновок:

Дисертація **Гармаша В.П.** на тему **«Поліпшення маневреності колісних машин шляхом використання роздільного приводу коліс поворотного мосту»** за рівнем теоретичної обгрунтованості, новизною та практичним значенням її результатів є завершеною самостійно виконаною науковою працею, а її автор заслуговує на присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – «Транспорт» за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт».

Рецензент доктор технічних наук, професор кафедри технології машинобудування і ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету **Євген ДУБИНІН**

Підпис Дубініна Є.О. засвідчую
НПР