

Голові спеціалізованої вченої ради
Подригало Михайлу Абовичу
Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету
вул. Ярослава мудрого, 25, м. Харків,
61002

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук (спеціальність 05.22.02 – автомобілі та трактори), професора кафедри автомобілів та транспортного менеджменту Вінницького національного технічного університету Кашканова Андрія Альбертовича на дисертаційну роботу **Фролова Андрія Анатолійовича** «Удосконалення методу визначення реалізованого зчеплення шин здвоєних коліс транспортного засобу в режимі гальмування», представлену на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – «Транспорт» за спеціальністю 274 – «Автомобільний транспорт»

Актуальність обраної теми дисертаційного дослідження.

Безпека руху транспортних засобів (ТЗ) є актуальною проблемою світового масштабу. Основними обставинами з виникнення дорожньо-транспортних пригод (ДТП), відповідно до діючих Правил дорожнього руху, є небезпека для руху та перешкода для руху. При виникненні перешкоди для руху водію дозволено в рівній мірі застосовувати як гальмування, так і маневрування. У разі виникнення небезпеки для руху – тільки гальмування. З технічної точки зору маневрування виконати важче і небезпечніше ніж екстрено загальмувати ТЗ, тому основним методом попередження ДТП є процес гальмування. Ефективність даного процесу залежить від особливостей конструкції та роботи гальмівних систем ТЗ (наявності антиблокувальної системи гальм, системи екстреного гальмування, превентивних систем безпеки тощо) та обмежується величиною сил тертя в контактї шин з дорогою. Сучасний розвиток автомобільного парку великовагових транспортних засобів актуалізує питання щодо їх впливу на безпеку дорожнього руху в аварійних режимах експлуатації, а також можливостей усунення невиправданих технічних та конструктивних рішень при проектуванні колісного транспортного засобу, що можуть вплинути на безпеку дорожнього руху при експлуатації автомобілів з подвійним ошинуванням коліс їх окремих осей. Аналіз науково-технічної літератури та експериментальних досліджень взаємодії шин одинарних та здвоєних коліс ТЗ виявив відсутність ефективних методик визначення величини реалізованого зчеплення шин здвоєних коліс, що підтверджує актуальність обраної тематики дисертаційного дослідження.

Ступінь новизни, обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

У дисертаційній роботі Фролова А.А. отримані такі нові наукові результати:

- вперше встановлено взаємозв'язок між ошинуванням коліс транспортних засобів та величиною зчеплення, яке реалізується при взаємодії шин здвоєних коліс з поверхнею дорожнього покриття;

- удосконалено метод визначення крутильної жорсткості пневматичних шин коліс ТЗ при не одинарній їх ошиновці, який відрізняється від відомих тим, що враховує особливості зміни деформації пневматичних шин коліс ТЗ відносно поверхні дорожнього покриття в наслідок зміни вертикального навантаження на автомобільному колесі та тиску в пневматичних шинах автомобільного колеса, а також несиметричність реалізації сили зчеплення між внутрішніми та зовнішніми шинами здвоєних коліс;

- набула подальшого розвитку концепція моделювання процесу гальмування колісного ТЗ, яка відрізняється від відомих тим, що враховує особливості впливу ошинування автомобільного колеса на реалізоване зчеплення, що виникає між шинами такого автомобільного колеса та поверхнею дорожнього покриття.

Дисертаційна робота має практичне значення, оскільки отримані результати дозволяють на стадії проектування покращити його ефективність гальмування в різних умовах його експлуатації, крім того, дозволяють покращити методики експертного дослідження обставин ДТП, що підтверджено отриманим впровадженням результатів дисертаційного дослідження в у Національному науковому центрі «Інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М.С. Бокаріуса» (ННЦ «ІСЕ») Міністерства юстиції України, Одеському науково-дослідному інституті судових експертиз (ОНДІСЕ) Міністерства юстиції України, у Харківському науково-дослідному експертно-криміналістичному центрі (ХНДЕКЦ) Міністерства внутрішніх справ України.

Основні результати досліджень Фролова А. А. достатньою мірою обґрунтовані. Їх наукова достовірність не викликає сумнівів, оскільки вони отримані в результаті теоретичних та експериментальних досліджень, які базуються на загальнонаукових методах системного аналізу проблем функціонування систем активної безпеки ТЗ, фізичних та математичних методах дослідження процесу реалізації зчеплення шин здвоєних коліс під час їх взаємодії з поверхнею дорожнього покриття, методах планування експерименту, математичного та комп'ютерного моделювання, кореляційного аналізу. При цьому була використана широка інформаційна база за темою дисертації, в т.ч. численні наукові публікації вітчизняних та зарубіжних вчених, монографії, технічні регламенти, інтернет-джерела.

Структура та зміст дисертаційного дослідження. Дисертаційна робота складається із анотації, вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел

та додатків. У роботі містяться посилання на загальний список використаних джерел із 130 найменувань. Повний обсяг дисертації становить 168 сторінок, із них 120 сторінок основного тексту, який містить 21 таблицю та 53 рисунки.

Зміст *анотації* є узагальненим коротким викладом основного змісту дисертації та висвітлює її основні наукові положення, висновки і рекомендації. Анотацію подано державною та англійською мовами. В анотації стисло представлені основні результати дослідження із зазначенням наукової новизни та практичного значення.

У *вступі* наведено обґрунтування актуальності дисертаційної роботи, описано зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, визначено мету і завдання наукових досліджень, наукову новизну і практичне значення результатів роботи, особистий внесок здобувача, інформацію щодо апробації результатів дослідження.

У *першому розділі* репрезентовано аналітичний огляд з аналізом виконаних досліджень аспектів взаємодії автомобільного колеса з поверхнею дорожнього покриття, обґрунтовано обраний напрямок роботи. Виявлено, що сучасні методики визначення реалізованого зчеплення шини з поверхнею дорожнього покриття мають недоліки, оскільки вони не враховують ошинування коліс ТЗ. Відсутність методів визначення реалізованого зчеплення між шинами здвоєних коліс ТЗ та поверхнею дорожнього покриття призводить до спрощення математичних моделей динаміки гальмування автомобіля з подвійним ошинуванням його коліс, що не є виправданим з точки зору забезпечення параметрів безпеки руху ТЗ на усіх етапах його життєвого циклу. В результаті проведеного попереднього аналізу були зроблені висновки щодо подальших напрямків дослідження за обраною тематикою та обрані шляхи вирішення поставлених задач.

Другий розділ присвячено дослідженню взаємодії шин автомобільних коліс з поверхнею дорожнього покриття та її впливу на динаміку гальмування колісного ТЗ. Виявлено, що величина сили реалізованого зчеплення між шинами здвоєного автомобільного колеса та поверхнею дорожнього покриття залежить від характеру зміни середньої кутової жорсткості шин. Величина середньої жорсткості шин таких коліс не лінійно впливає на зчіпні властивості пари тертя «шина-поверхня дорожнього покриття» внаслідок повної реалізації кута закручування шини відносно поверхні дорожнього покриття. Збільшення маси колісного ТЗ призводить до зниження зчіпних властивостей його шин, а отже і до зниження величини уповільнення. Зменшення маси транспортного засобу навпаки підвищує зчіпні властивості між шиною та поверхнею дорожнього покриття, що відповідно позитивно впливає на ефективність гальмування транспортного засобу, оскільки його сповільнення зростатиме пропорційно зниженню ваги автомобіля. На величину сповільнення багатовісного ТЗ окрім величини реалізованого зчеплення, впливає також характер розподілу ваги між осями автомобіля, тому нехтування ваговими та геометричними параметрами транспортного засобу, наприклад під час

дослідження обставин ДТП, може призвести до помилкових результатів. Коефіцієнт гальмування колісного ТЗ, незалежно від кількості осей встановлених на ньому, може бути визначений розрахунковим шляхом на основі розподілу маси автомобіля між його передніми та задніми осями.

Третій розділ присвячено теоретичним дослідженням реалізованого зчеплення шин здвоєних коліс транспортного засобу в режимі гальмування. Було виявлено, що сповільнення ТЗ залежить не тільки від величини реалізованого зчеплення між шиною (подвійними шинами) та поверхнею дорожнього покриття, а й від координат розташування центру тяжіння ТЗ відносно положення його мостів, тому нехтування ваговими та геометричними параметрами ТЗ, наприклад під час дослідження обставин ДТП, може призводити до помилкових результатів та висновків. Реалізація запасної гальмової системи на багатовісному колісному ТЗ повинна виконуватися з урахуванням геометричного положення осей такого автомобіля та характеру розподілу ваги між відповідними осями, на основі досягнення максимальних значень уповільнення автомобіля, а не на основі максимальних значень реалізованого зчеплення шин його коліс. Збільшення відстані між передньою та декількома задніми осями чотирирівневого транспортного засобу, призводить до збільшення реалізованого зчеплення шин коліс передньої осі ТЗ та до зменшення на задніх. Подвійне ошинування коліс на відповідних осях багатовісного ТЗ зменшує ефективність його гальмування, при збільшенні вантажопідйомності ТЗ.

Четвертий розділ присвячено експериментальним дослідженням реалізації зчіпних властивостей шин здвоєних коліс транспортного засобу. Проведені стендові та дорожні експериментальні дослідження дозволили підтвердити основні теоретичні положення дисертаційної роботи. Отримані результати не суперечать дослідженням проведеним іншими науковцями світу, але уточнюють основні теоретичні положення з теорії руху колісних ТЗ.

У *висновках* представлені основні результати дослідження. Загалом, положення та висновки автора після опрацювання значної кількості теоретичних матеріалів і проведення практичної апробації є достовірними та обґрунтованими.

У *додатках* автор наводить повний перелік наукових публікацій в яких викладений зміст роботи; акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Повнота викладу в наукових публікаціях, зарахованих на тему дисертації.

Основні положення дисертаційної роботи опубліковані в 13 наукових роботах, у тому числі: 4 статті у наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 1 – у виданні, що включене до наукометричної бази Scopus (Quartiles – Q3); 7 тез і матеріалів міжнародних наукових конференцій; 2 статті у спеціальних збірниках судово-експертної діяльності Міністерства юстиції України, що додатково відображають наукові результати дисертації. У вступі дисертації наведено

особистий вклад автора дисертаційного дослідження для всіх публікацій, які написано в співавторстві.

Виконання положень академічної доброчесності.

Результати перевірки роботи сервісами Unicheck, аналізу публікацій здобувача, аналізу тексту дисертаційного дослідження та використаних автором джерел, свідчать про відсутність порушення академічної доброчесності автором дисертаційного дослідження.

Недоліки та зауваження.

1. У першому розділі доцільно було б більш повно розкрити питання щодо впливу різних факторів на потенціал реалізації зчеплення шин автомобільних коліс з дорожнім покриттям (за групами факторів, які стосуються характеристик ТЗ, середовища та умов руху, водія, як елемента, що може здійснювати вплив на реалізацію вище згаданого потенціалу).

2. У другому розділі виконано теоретичний аналіз динаміки гальмування багатовісних транспортних засобів, які обладнуються здвоєними автомобільними колесами, без врахування теплових процесів, що виникають при терті шини об опорну поверхню та впливають на величину сповільнення такого ТЗ.

3. У третьому розділі доцільно було б дослідити який вплив чинять властивості гумового матеріалу, з якого виготовлені шини здвоєних коліс, їх тип на ефективність гальмування транспортного засобу.

4. У п. 3.3 при проведенні імітаційного моделювання для визначення максимальної та часткової ефективності гальмування транспортного засобу не встановлено граничні значення втрати ефективності гальмування за досліджуваними моделями ТЗ (з точки зору виконання вимог безпеки руху).

5. Автором дисертаційного дослідження нажалі не представлено результати оцінювання ефективності впровадження запропонованого удосконаленого методу визначення реалізованого зчеплення шин здвоєних коліс транспортного засобу в режимі гальмування в напрямку підвищення безпеки дорожнього руху та покращення методів аналізу ДТП.

6. У тексті дисертації зустрічаються орфографічні та граматичні помилки, окремі неточності, в тому числі, термінологічного і стилістичного плану, наприклад, «несправданих технічних та конструктивних рішень» (стор. 20), «Харківському Національному експертно-криміналістичному центрі» (стор. 23), «густина виникнення сил тертя ...» (стор. 28).

Наведені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації.

Загальні висновки за дисертаційним дослідженням.

Дисертація є завершеною науково-дослідницькою роботою, в якій наведено нові наукові результати щодо удосконалення методу визначення реалізованого зчеплення шин здвоєних коліс транспортного засобу в режимі гальмування за

рахунок встановлення взаємозв'язків між крутильною жорсткістю шини, кутом її закручування та реалізованим зчепленням шин при їх взаємодії з поверхнею дорожнього покриття.

Вважаю, що за актуальністю обраної теми, обсягом і рівнем виконаних теоретичних та експериментальних досліджень, обґрунтованістю висновків і їх достовірністю, науковою новизною дослідження та значенням отриманих результатів для науки і техніки дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня 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 вимог 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, а її автор Фролов Андрій Анатолійович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 27 «Транспорт» за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт».

Офіційний опонент

професор кафедри автомобілів
та транспортного менеджменту
Вінницького національного
технічного університету,
доктор технічних наук, професор



Андрій КАШКАНОВ

