

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ КОЧЕННЯ КОЛЕСА, ВСТАНОВЛЕНОГО ПІД КУТОМ ДО НАПРЯМКУ РУХУ

<sup>1</sup>Національний транспортний університет

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

*Наведено результати щодо експериментального дослідження опору кочення колеса, встановленого під кутом до поздовжньої вертикальної площини, що імітує перекіс осі автомобіля (причепи).*

### ВСТУП

Розвиток транспортного комплексу України передбачає зростання обсягів вантажних та пасажирських перевезень, що зумовлене зручним географічним положенням нашої держави, через яку проходить чотири європейських транспортних коридори. Проте, збільшення об'ємів перевезень неминуче веде до зростання чисельності транспортних засобів, які курсують Україною, що негативно впливає на завантаженість доріг та екологічну ситуацію. Ефективним засобом скорочення чисельності транспортних засобів при збереженні обсягів вантажоперевезень є використання автопоїздів. У наш час автопоїзди застосовуються у багатьох країнах світу. Зважаючи на відносну конструктивну простоту та меншу довжину при однаковому рівні вантажопідйомності, та з урахуванням низки інших переваг, сідельні автопоїзди отримали значне визнання й найбільш поширені у забезпеченні транспортних перевезень вантажів.

Зважаючи на це, поліпшення експлуатаційних властивостей автопоїздів у сучасних умовах руху є одним із пріоритетних завдань для забезпечення високого рівня безпеки їх експлуатації з максимальною ефективністю використання. Досягнення цих вимог можливе лише за умови врахування можливих змін технічного стану автопоїздів у процесі експлуатації. При цьому дуже важливим є контроль стану геометричних параметрів ходової частини автопоїзда як у процесі виробництва, так і в умовах експлуатації. Адже зміна характеристик її конструктивних елементів безпосередньо впливає на силові, кінематичні та жорсткісні властивості. Зокрема, наявність перекосу осей ланок автопоїзда спричиняє появу додаткових сил та зміну характеру розподілу реакцій в області контакту шин з опорною поверхнею. Як наслідок, змінюються тягово-швидкісні властивості та паливна економічність автопоїзда, які безпосередньо залежать від характеру взаємодії коліс з опорною поверхнею. Вказані обставини спонукають до пошуку методів оцінки тягово-швидкісних властивостей та паливної економічності автомобільного поїзда з урахуванням впливу перекосу мостів напівпричепи.

Необхідність постійного контролю за кутами встановлення керованих коліс не викликає сумнівів. Це необхідно для забезпечення тривалого терміну служби шин, меншого опору кочення коліс, належних показників стійкості та безпеки руху, а також економії палива. Тим не менш, до недавнього часу мало уваги було зосереджено на кутах встановлення некерованих мостів із залежною підвіскою. Неперпендикулярність осей мостів і поздовжньої осі рами напівпричепи (причепи) обумовлює їх перекіс.

Непаралельність задніх мостів викликає надмірне тертя шин з поверхнею дороги, викликає підвищений опір коченню коліс і створює небажані бічні сили.

Окрім того, мости встановлені з перекосом спричиняють:

- а) скорочення терміну служби шин;
- б) ускладнення керування автомобілем, особливо автопоїздом;
- в) зниження стійкості і, як наслідок, зниження безпеки руху;
- г) погіршення тягово-швидкісних властивостей та збільшення витрати палива.

За даними досліджень Tom Gelinas [1] встановлено, що 80 % сідельних тягачів і більше 90 % напівпричепів мають проблеми з кутами встановлення мостів. Навіть новим вантажівкам необхідне регулювання положення некерованих мостів. За результатами інших досліджень, проведених в парку із 100 вантажних автомобілів, до 70 % нових автомобілів потребують корекції встановлення заднього моста. «Шістдесят відсотків випадків зношеності шин керованої осі викликано неправильними кутами встановлення коліс осі» [2].

Для всіх автопоїздів необхідна перевірка правильності встановлення мостів автомобіля-тягача і причіпних ланок як періодично, так і при появі надмірної зношеності шин. Встановлення некерованих мостів повинне перевірятися після будь-якого ремонту ходової частини чи тривалого руху по нерівній дорозі. Незначні зміни в рамі або кріпленнях елементів підвіски можуть спричинити значні зміни у встановленні будь-якого моста ланки автопоїзда. Вирівнювання тільки переднього моста буде вирішувати проблему тільки частково.

У першу чергу зазначене стосується багатоланкових транспортних засобів. Рекомендації, щодо кутів встановлення мостів, розробляються не тільки виробниками автотранспортних засобів, але й виробниками шин та незалежними організаціями.

За даними світового виробника шин для вантажних автомобілів (фірма Goodyear Truck Tires) будь-яке не встановлене належним чином колесо, збільшує загальний опір руху автомобіля. Пояснюється це збільшенням тертя шини по поверхні дороги, а також більшим аеродинамічним опором, коли поздовжні осі тягача і причіпних ланок не дотримуються паралельного напрямку руху [3]. При будь-якому перекосі мостів паливна економічність погіршується, причому найбільше погіршення паливної економічності (до 2,2 %) має місце у випадку перекоосу керованих коліс тягача 3/8" (9,52 мм) та непаралельності ведучої осі 1" (25,4 мм) при непаралельних осях напівпричепа.

Положення мостів регламентує ГОСТ 25069–81 [4], який встановлює допуски паралельності, перпендикулярності, биття, нахилу та інші, в залежності від груп номінальних розмірів та якітєтєв точності. У випадку напівпричепа, враховуючи відстань від зчїпного шворня до осей від 6,2 до 8,3 м, найбільша точність складатиме від 2 до 8 мм.

У якості показника, що оцінює непаралельності мостів, фірма JOSAM використовує величину, яка вимірюється у мм/м (міліметрів на один метр шляху). Це дозволяє характеризувати кут відхилення напрямку кочення колеса або моста від поздовжньої площини симетрії автомобіля. Перекіс осі, 5 мм/м, наочно показано на рис. 1. При такому перекосі вісь прагне зміститися в бік на 5 м на відстані в 1 км. Наслідком цього буде погіршення керованості та стійкості, підвищене зношування шин, погіршення ходових властивостей і збільшення витрати палива (рис. 2).

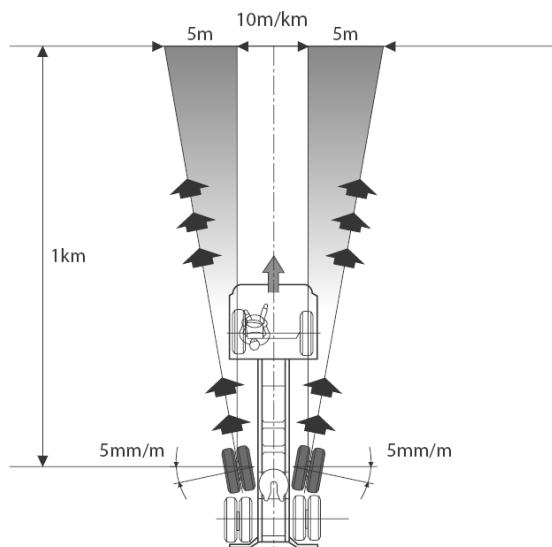


Рисунок 1 – Наслідки перекоосу осі автомобіля

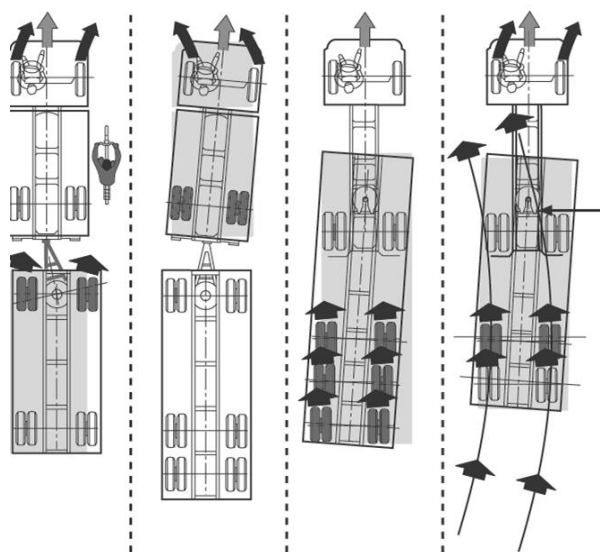


Рисунок 2 – Схема руху автопоїзда, що має перекіс мостів

За даними технічного обслуговування вантажних автомобілів та причіпної техніки, що проведені фірмою «Гроцкий Транс Експедиція» на обладнанні фірми «Josam», було встановлено, що у 92 % випадків АТЗ мали невідповідні кути встановлення коліс та мав місце перекіс мостів [5]. Для автомобілів-тягачів розподіл сходження керованих коліс має такі характеристики. Середнє очікуване значення 24,86 мм/м (1,42 град), при цьому довірчий інтервал при вірогідності 95 % знаходиться в діапазоні від 14,36 до 35,37 мм/м (0,82...2,02°).

Непаралельність другого моста автомобіля тягача в середньому складає – 1,79 мм/м (0,1°), але має місце значна дисперсія, довірчий інтервал при вірогідності 95 % знаходиться в діапазоні від –38,3 до 36,7 мм/м (–2,2...1,55°).

Для причіпних ланок тривісних напівпричепів характеристика розподілу наведена у табл. 1.

Таблиця 1– Результати статистичної обробки непаралельності встановлення мостів напівпричепів

Статистичні характеристики	1 міст, град	2 мости, град	3 мости, град
Середнє	1,66	-0,915	-2,241
Довірчий інтервал -95%	-1,589	-2,587	-4,855
Довірчий інтервал +95%	4,912	0,757	0,372
Дисперсія	28,93	12,77	16,92
Стандартне відхилення	5,37	3,57	4,11

Аналіз статистичних даних вказує на існуючі конструктивні недоліки відповідних деталей та вузлів, або на поганий стан дорожнього покриття, чи на некваліфіковане керування автопоїздом, чи інші порушення, що призводять до раптових відмов.

Основними видами порушень є:

- невідповідність сходження коліс;
- непаралельність встановлення мостів;
- незбіг поздовжніх осей мосту та автомобіля.

Кожен з видів порушення веде до негативних наслідків. А саме, зростає зношеність шин та витрата пального, нерівномірна механічна зношеність елементів ходової частини, АТЗ рухається по дорозі боком, збільшуючи габаритну смугу руху та погіршуючи маневреність та стійкість руху.

У випадку перекосу мостів автопоїзда виникають додаткові сили в контактні колеса з дорогою внаслідок розбіжності площин розташування поздовжньої осі автопоїзда, обертання та кочення колеса (рис. 3). Це спричиняє виникнення додаткових бічних сил  $F_y^\psi$  – внаслідок перекосу мосту та  $F_y^\delta$  – внаслідок наявності кута відведення та поздовжніх сил, результуюча яких змінює напрям руху автопоїзда та додатково навантажує елементи ходової частини.

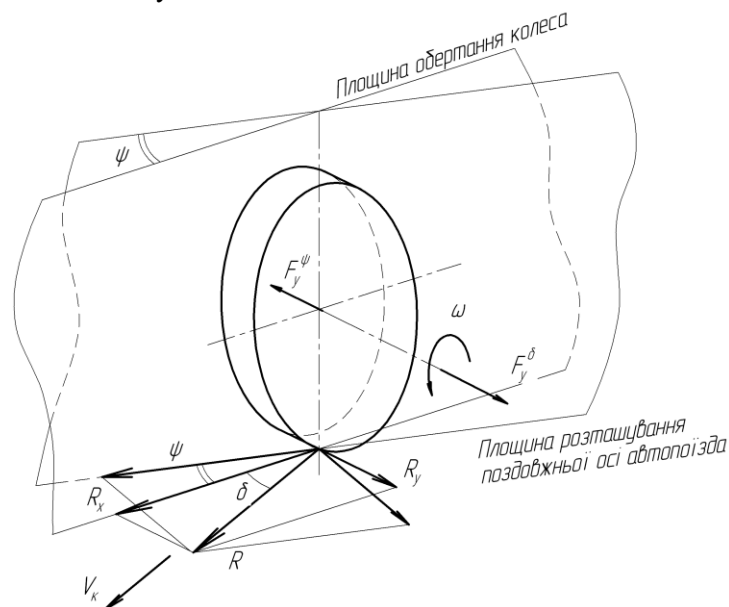


Рисунок 3 – Сили і моменти, що діють на колесо, при перекосі моста

Суттєво впливає на паливну економічність конструкція шин. За даними НАМІ, зменшення на 10 % опору коченню шин знижує витрату пального на 2,5...3,5 %, що підтверджується результатами досліджень фірми Bridgestone для шин марки В 381 Есоріа розміром 155/65 R14Т. Порівняно зі стандартною шиною зазначена шина мала на 15 % менший коефіцієнт опору коченню, що дало економію палива біля 3 % [6].

За даними фірми Josam (Голландія) [7], при наявності перекосу мостів напівпричепа на 0,56° (10 мм/м) витрата пального зростає на 18,7%. Про збільшення сили опору кочення коліс автопоїзда при перекосі однієї осі напівпричепа свідчать результати робіт [8–10]. Проте природа підвищення опору кочення при перекосі мостів напівпричепа потребує ще свого вивчення.

Метою роботи є експериментальне дослідження опору кочення колеса, встановленого під кутом до поздовжньої вертикальної площини, що імітує перекіс осі автомобіля (причепа).

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

Дослідження проведено на стенді «Бокове відведення автомобільного колеса» (далі за текстом «Стенд»), що створено в лабораторії кафедри «Автомобілі» Національного транспортного університету [11].

Автомобільне колесо 1 (рис. 4) по відношенню до підрамника стенда 2 має лише одну ступінь вільності (обертальну навколо своєї вісі). Кінематичні зв'язки підрамника з несучою системою стенда 3 (далі по тексту «Рама») забезпечують переміщення підрамника по відношенню до рами стенда тільки навколо вертикальної осі. В свою чергу переміщення рами (разом з підрамником та колесом) визначено напрямними 4 на опорній поверхні 5 колеса, фарбована.

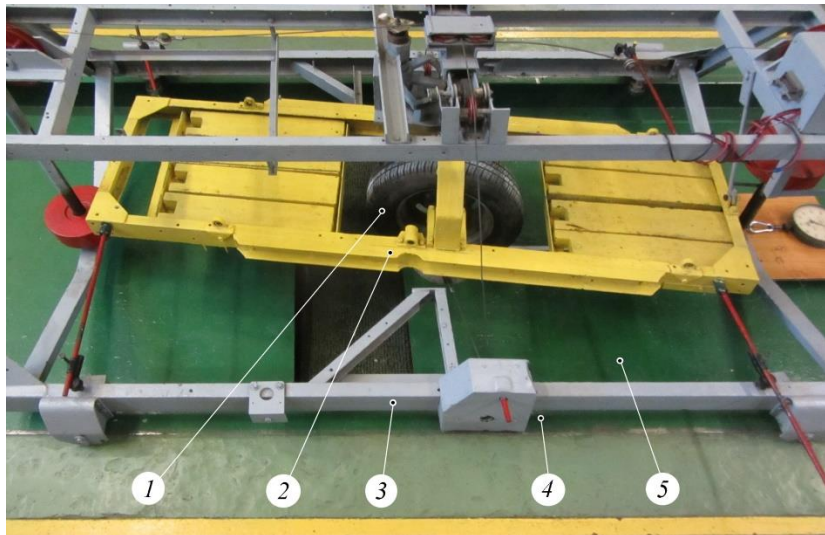


Рисунок 4 – Стенд «Бокове відведення автомобільного колеса»:

1 - автомобільне колесо; 2 - підрамник; 3 - рама; 4 - напрямна; 5 - опорна поверхня колеса

Регулювання кута (в горизонтальній площині) встановлення підрамника (а відповідно і кута перекосу осі обертання автомобільного колеса  $\alpha$  (далі по тексту «Кут перекосу осі»)) по відношенню до рами стенда здійснюється черв'ячною передачею, розташованою на рамі над колесом (рис. 4).

Для зменшення навантаження в механізмі повороту підрамника під час встановлення кута перекосу осі та зняття напружень в еластичній шині перед черговим дослідом, що виникли внаслідок руху з перекосом осі, методикою проведення експериментальних досліджень передбачено використання пристрою «Контактні пластини». Зазначений пристрій складається з двох тонких металевих пластин, простір між якими заповнено графітним мастилом. Його розташовують на опорній поверхні під шиною (рис. 5).

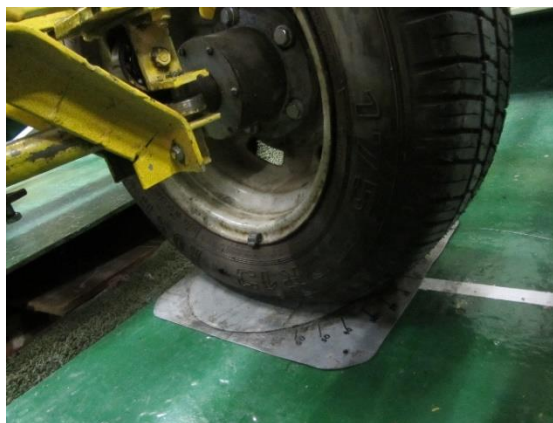


Рисунок 5 – Контактні пластини для зняття напружень в еластичній шині, що виникають при зміні кута перекосу

Стабільність встановленого кута перекосу осі  $\alpha$  забезпечується штангами регульованої довжини, що дозволяють фіксувати необхідні геометричні параметри встановлення підрамника (відстані  $a, b, c, d$  між шаровими опорами, що закріплені на рамі та підрамнику) (рис. 4, 6).

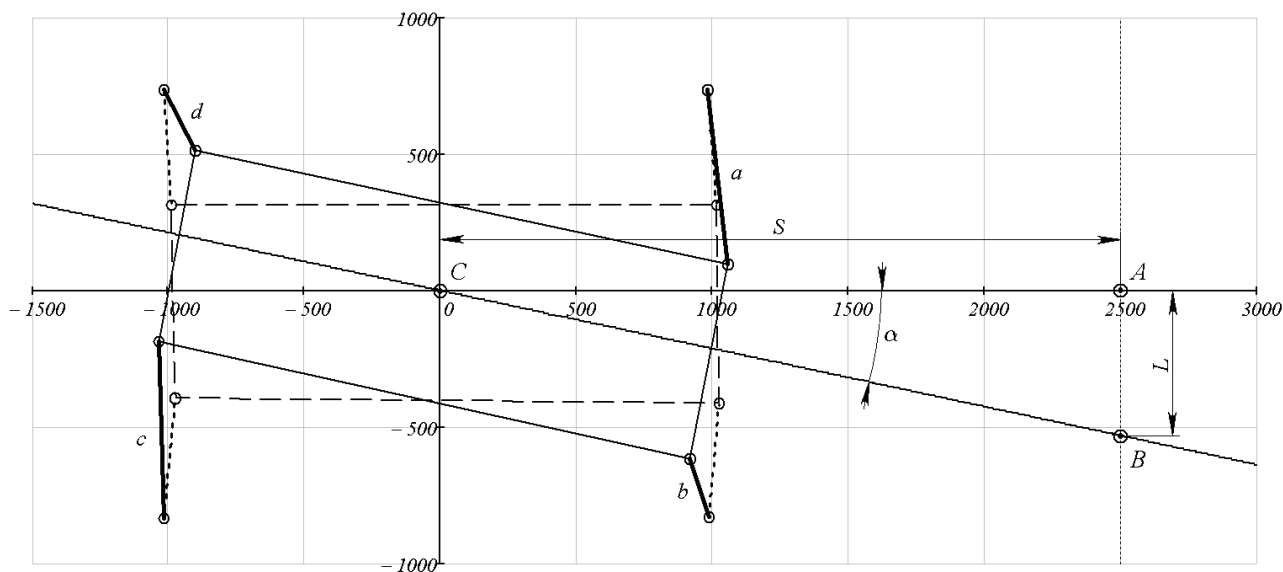


Рисунок 6 – До визначення кута перекосу осі колеса та відстаней між шарнірами штанг регульованої довжини

Визначення встановленого кута  $\alpha$  здійснювалось через тригонометричні залежності з прямокутного трикутника ABC, який утворено горизонтальними проекціями вертикальних площин – поздовжньої площини стенда та площини обертання колеса, – відстанню  $L$  між точками A та B, які належать відповідно зазначеним проекціям, та віддалені на величину  $S$  від вертикальної осі обертання підрамника (точка C) (рис. 6). Було складено програму, яка дозволяє за результатами контрольних замірів та з урахуванням кінематичних зв'язків стенда, що розглядається, визначити кут перекосу осі обертання колеса, а також відстаней між шарнірами, що належать підрамнику та рамі стенда, характерних для цього кута перекосу. Такий підхід дозволяє як на стадії налаштування стенду наближено встановити бажаний (з точки зору завдань експериментального дослідження) кут  $\alpha$  (контролюючи відстані між шарнірами стенду при його налаштуванні), так і точно визначити фактично отриманий кут перекосу осі обертання автомобільного колеса.

Експериментальні дослідження проводились з використанням шини *Rosava BC-11 (175/70R13)*. Тиск в шині становив 0,15 МПа при навантаженні 2991 Н (305 кг) (за нормативними вимогами).

Коефіцієнт опору коченню автомобільного колеса визначено за відомою залежністю

$$f = \frac{F_k}{G}, \quad (1)$$

де  $F_k$  – сила опору коченню автомобільного колеса;  $G$  – вертикальне навантаження на шину.

З урахуванням конструктивних особливостей стенда сила опору коченню автомобільного колеса визначається

$$F_k = F_c - F_p, \quad (2)$$

де  $F_c$  – сила опору коченню стенда;  $F_p$  – сила опору коченню рами стенда.

Силу опору коченню стенда та силу опору коченню рами стенда вимірювали за допомогою динамометра відповідно при різних кутах повороту колеса та при вивішеному автомобільному колесі (рис. 7).

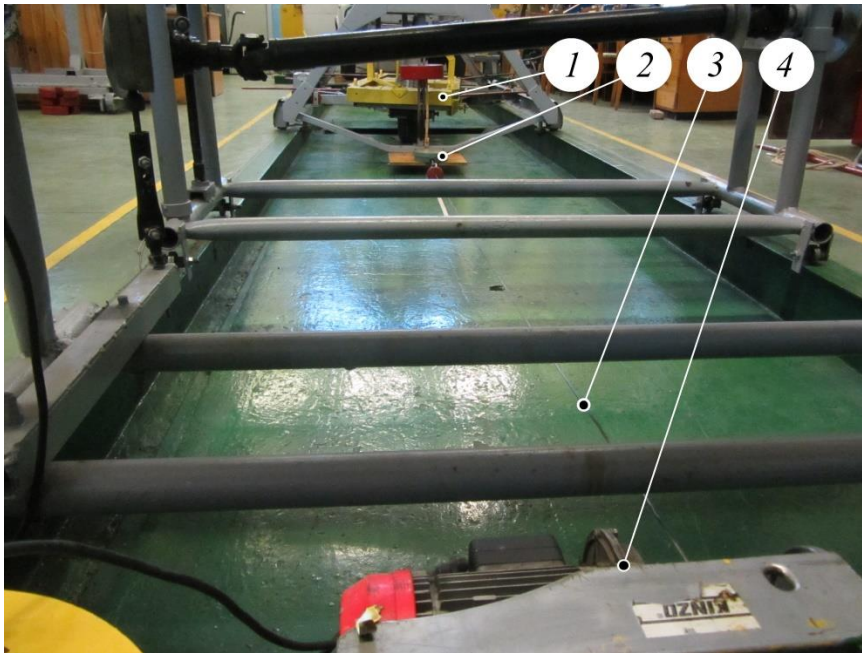


Рисунок 7 – Обладнання для визначення сил опору руху стенда:  
 1 – стенд; 2 – динамометр; 3 – трос металевий; 4 – електропривід руху стенда

За результатами отриманих експериментальних даних було нанесено точки на поле графіка щодо залежності коефіцієнта опору коченню автомобільного колеса від кута  $\alpha$  перекосу осі його обертання, а потім було побудовано апроксимуючу зазначеної графічної залежності (рис. 8).

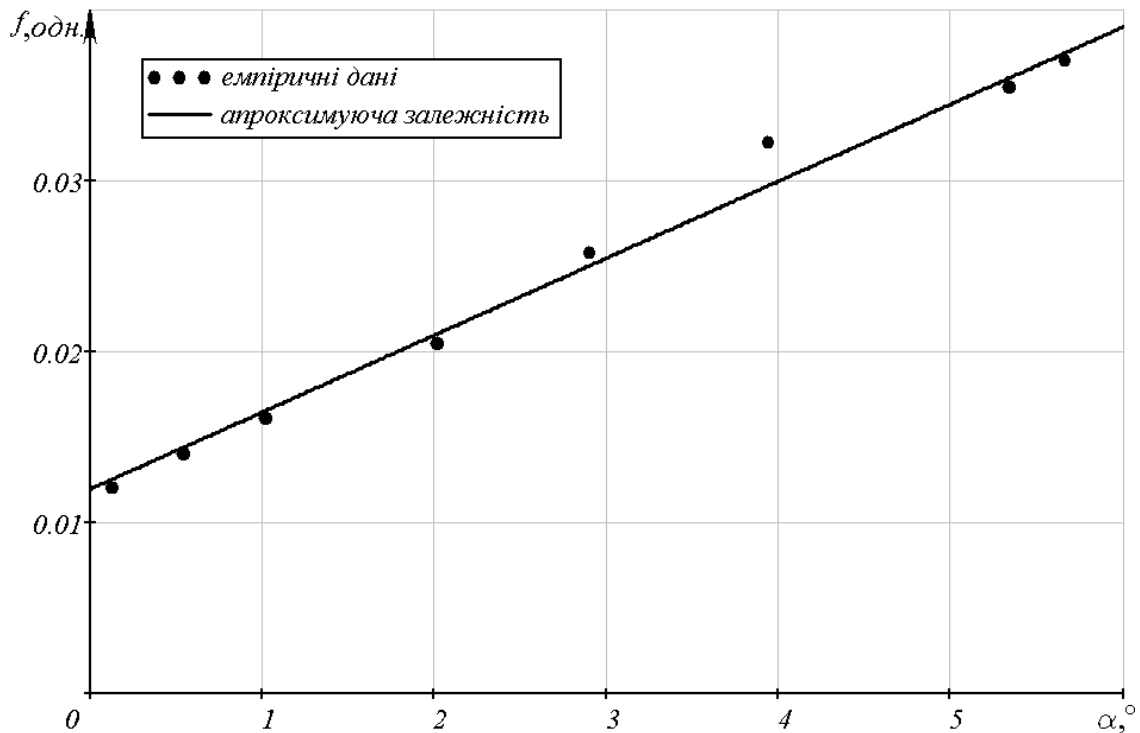


Рисунок 8 – Залежність коефіцієнта опору коченню автомобільного колеса від кута перекосу осі його обертання

Аналіз графіка (див. рис. 6) свідчить, що збільшення кута перекосу осі веде до зростання коефіцієнта опору коченню автомобільного колеса. Так, наприклад, при збільшенні кута перекосу осі з  $0^\circ$  до  $3^\circ$  коефіцієнт опору коченню зростає з 0,012 до 0,025 (більш ніж у 2 рази).

## ВИСНОВКИ

Різносторонній перекис коліс одного моста автотранспортного засобу спричиняє збільшення сили опору кочення, що утворює навантаження на шину та елементи ходової частини. Зазначене веде до скорочення строку роботи шин та ходової частини, а також до погіршення показників експлуатаційних властивостей автотранспортного засобу, насамперед керованості, стійкості руху та паливної економічності. При односторонньому перекосі додатково до зазначеного збільшується габаритна смуга руху автотранспортного засобу. Тому, слід наголосити, що під час експлуатації необхідно виконувати вимоги виробника щодо кутів встановлення осей (колес) автотранспортного засобу й це стосується в більшій мірі великих за довжиною транспортних засобів – автопоїздів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Tom Gelinas. Mis Alignment: The Tire Killer / Tom Gelinas // Fleet Equipment. – 1999. – V.18, № 2. – P. 20.
2. Tom Gelinas. Preventative Suspension Maintenance / Tom Gelinas // Fleet Equipment. – 1991. – V. 17, № 12. – P. 9.
3. Service-manual. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.goodyeartrucktires.com/pdf/resources/service-manual/retread\\_s6\\_v.pdf](http://www.goodyeartrucktires.com/pdf/resources/service-manual/retread_s6_v.pdf).
4. Неуказанные допуски формы и расположения поверхностей. Основные нормы взаимозаменяемости. (СТ СЭВ 1911–79) : ГОСТ 25069–81. – М. : Издательство стандартов, 1982. – 16 с.
5. Файчук М. І. Статистичне дослідження сходження коліс вантажних автомобілів в умовах експлуатації / М. І. Файчук, О. М. Тімков // Автомобильный транспорт. : сб. науч. трудов. – 2011. – № 29. – С. 216–219.
6. Бакфиш К. Нова книга о шинах/ К. Бакфиш, Д. Хайнц. – М. : Астрель, 2003. – 303 с.
7. JOSAM. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: : [www.josam.se](http://www.josam.se).
8. Кравченко А. П. Экспериментальные исследования управляемости автопоезда / А. П. Кравченко, В. М. Поляков // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля : науковий журнал. – 2004. – Ч. 2, № 8 (78). – С.186–190.
9. Кравченко О. П. Экспериментальні дослідження впливу зміни геометричних параметрів ходової частини причіпної ланки на безпеку руху автопоїзда / А. П. Кравченко, В. М. Поляков // Автошляховик України. Окремий випуск. Управління безпекою на автомобільному транспорті : науково-виробничий журнал ДП «ДержавтотрасНДІпроект». – 2004. – С. 50–53.
10. Кравченко О. П. Результаты экспериментальных исследований влияния технического stanu ходовой части причіпной ланки на характер руху автопоїзда / О. П. Кравченко, В. М. Поляков, Л. Ф. Кришан // Вісник Національного транспортного університету. – 2004. – С. 279 – 283.
11. Поляков В. М. Стенд для экспериментальных исследований параметров бокового відведення автомобільного колеса / В. М. Поляков, О. М. Тімков, А. К. Козлов, Д. А. Мансуров // Вісник Національного транспортного університету. – 2009. - Ч. 1, № 19. – С. 146–149.

## REFERENCES

1. Tom Gelinas. Mis Alignment: The Tire Killer // Fleet Equipment. – 1999. – V.18, N 2. – P.20.
2. Tom Gelinas. Preventative Suspension Maintenance // Fleet Equipment. – 1991. – V. 17, N 12. – P. 9.
3. Service-manual. Режим доступу: [http://www.goodyeartrucktires.com/pdf/resources/service-manual/retread\\_s6\\_v.pdf](http://www.goodyeartrucktires.com/pdf/resources/service-manual/retread_s6_v.pdf)
4. Neukazanny'e dopuski formy i raspolozheniya poverxnostej. Osnovnye normy vzaimozamenyaemosti. (ST SEV 1911–79): GOST 25069–81. – Izdatelstvo standartov, 1982. – 16 s.
5. Fajchuk M.I. Statistichne doslidzhennya sxodzhennya kolis vantazhnix avtomobiliv v umovax ekspluatacii / M.I. Fajchuk, O.M. Timkov // Avtomobilnyj transport.: Sb. nauch. trudov. – 2011. – № 29. – S. 216–219.
6. Bakfish K. Nova kniga o shinax / K.Bakfish, D.Xajnc. – M.: ООО «Izdatelstvo Astrel» : ООО «Izdatelstvo AST», 2003. – 303 s.
7. JOSAM. Elektronnij resurs : [www.josam.se](http://www.josam.se).

8. Kravchenko A.P. Eksperimentalnye issledovaniya upravlyaemosti avtopoezda / A.P. Kravchenko, V.M. Polyakov // Visnik Sxidoukraïnskogo nacionalnogo universitetu imeni Volodimira Dalja; Naukovij zhurnal. – 2004. – Ch.2, №8 (78). – S.186–190.

9. Kravchenko O.P. Eksperimentalni doslidzhennya vplivu zmini geometrichnix parametriv hodovoï chastini prichipnoï lanki na bezpeku ruxu avtopoïzda / A.P. Kravchenko, V.M. Polyakov // Avtoshlyaxovik Ukraïni. Okremij vipusk. Upravlinnya bezpekoyu na avtomobil'nomu transporti: Naukovo-virobnichij zhurnal. DP «DerzhavtotrasNDIproekt». – 2004. – S.50–53.

10. Kravchenko O.P. Rezultati eksperimentalnix doslidzhen vplivu texnichnogo stanu hodovoï chastini prichipnoï lanki na xarakter ruxu avtopoïzda / O.P. Kravchenko, V.M. Polyakov, L.F. Krishan // Visnik Nacional'nogo transportnogo universitetu. – 2004. – S. 279 – 283.

11. Polyakov V.M. Stend dlya eksperimentalnix doslidzhen parametriv bokovogo vidvedennya avtomobilnogo koleasa / V.M. Polyakov, O.M. Timkov, A.K. Kozlov, D.A. Mansurov // Visnik Nacionalnogo transportnogo universitetu. – 2009. Ch.1, №19, – S.146–149.

**В. П. Сахно<sup>1</sup>, В. В. Біліченко<sup>2</sup>, В. М. Поляков<sup>1</sup>, О. О. Разбойніков<sup>1</sup>, С. М. Шарай<sup>1</sup>, М. А. Новіцький<sup>1</sup>**

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ КОЧЕННЯ КОЛЕСА, ВСТАНОВЛЕНОГО ПІД КУТОМ ДО НАПРЯМКУ РУХУ**

<sup>1</sup>Національний транспортний університет

<sup>2</sup>Вінницький національний технічний університет

В роботі розглянуто використання автопоїздів як ефективний засіб скорочення чисельності транспортних засобів при збереженні обсягів вантажоперевезень. Причому сидельні автопоїзди отримали значне визнання й найбільш поширені у забезпеченні транспортних перевезень вантажів. Тому поліпшення експлуатаційних властивостей автопоїздів у сучасних умовах руху є одним із пріоритетних завдань для забезпечення високого рівня безпеки їх експлуатації з максимальною ефективністю використання. Досягнення цих вимог можливе лише за умови врахування можливих змін технічного стану автопоїздів у процесі експлуатації. Зокрема, наявність перекосу осей ланок автопоїзда спричиняє появу додаткових сил та зміну характеру розподілу реакцій в області контакту шин з опорною поверхнею. Як наслідок, змінюються тягово-швидкісні властивості та паливна економічність автопоїзда, які безпосередньо залежать від характеру взаємодії коліс з опорною поверхнею.

Проведено аналіз джерел інформації щодо впливу зміни кутів встановлення мостів ланок автопоїздів на її експлуатаційні властивості. Ця проблема є найбільш актуальною для багатоланкових автотранспортних засобів.

У випадку перекосу мостів автопоїзда виникають додаткові сили в контактні колеса з дорогою внаслідок розбіжності площин розташування поздовжньої осі автопоїзда, обертання та кочення колеса.

Наведений аналіз статистичних даних вказує на існуючі конструктивні недоліки відповідних деталей та вузлів, або на поганий стан дорожнього покриття, чи на некваліфіковане керування автопоїздом, чи інші порушення, що ведуть до раптових відмов.

Метою роботи є експериментальне дослідження опору кочення колеса, встановленого під кутом до поздовжньої вертикальної площини, що імітує перекіс осі автомобіля (причепи).

Описано порядок проведення експериментального дослідження, наведено результати щодо визначення опору кочення колеса, встановленого під кутом до поздовжньої вертикальної площини.

**Ключові слова:** автомобіль, автопоїзд, причіпна ланка, автомобільне колесо, бокове відведення

*Сахно Володимир Прохорович*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

*Біліченко Віктор Вікторович*, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

*Поляков Віктор Михайлович*, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: poljakov\_2006@ukr.net



*Разбойников Александр Александрович*, інженер кафедри автомобілів, Національний транспортний університет, e-mail: razboyn1k@ukr.net

*Шарай Світлана Михайлівна*, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри транспортних технологій, Національний транспортний університет, e-mail: sharai@ntu.edu.ua

*Новіцький Микола Андрійович*, завідувач лабораторіями кафедри автомобілів, Національний транспортний університет

**V. Sakhno<sup>1</sup>, V. Bilichenko<sup>2</sup>, V. Polyakov<sup>1</sup>, A. Razbojnikov<sup>1</sup>, S. Sharaj<sup>1</sup>, N. Novickij<sup>1</sup>**

## **EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF WHEEL EXTENSION, INSTALLED TO THE MOVEMENT DIRECTION**

<sup>1</sup>National transport university

<sup>2</sup>Vinnitsa National Technical University

The article considers the use of trains as an effective means of reducing the number of vehicles while preserving volumes of cargo transportation. Moreover, trailed trains have received a significant recognition and the most common in providing transportation of goods. Therefore, improving the performance of trains in modern conditions of traffic is one of the priority tasks to ensure a high level of safety of their operation with the maximum efficiency of use. Achievement of these requirements is possible only subject to consideration of possible changes in the technical condition of trains in the process of operation. In particular, the presence of distortion of the axes of the links of the automobile train causes the appearance of additional forces and a change in the nature of the distribution of reactions in the field of contact of tires with the support surface. As a result, traction-velocity properties and fuel efficiency of trains vary, which depend directly on the nature of the interaction of wheels with the support surface.

The analysis of sources of information on the influence of changes in the angle of installation of bridges of sections of trains on its operational properties has been carried out. This problem is most relevant for multi-faceted vehicles.

In the case of distortion of the bridges of an automobile train, additional forces are in contact with the wheels with the road due to differences in the plane of the location of the longitudinal axis of the train, the rotation and rolling of the wheel.

The analysis of statistics indicates the existing structural defects of the relevant parts and units, or the poor road condition, or unskilled driving, or other violations that result in sudden failures.

The purpose of the work is an experimental study of the rolling resistance of the wheel, set at an angle to the longitudinal vertical plane, simulating the tilting axis of the vehicle (trailer).

The order of carrying out of experimental research is described, results are given on determining the rolling resistance of the wheel, set at an angle to the longitudinal vertical plane.

**Key words:** automobile, automobile train, trailer coupling, automobile wheel, lateral lead

*Sakhno Volodymyr*, Doctor of Technical Sciences, professor, head of the department of cars, National Transport University, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

*Bilichenko Victor*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department "Automobile and Transport Management", Vinnitsa National Technical University, email: bilichenko.v@gmail.com

*Poljakov Victor*, Ph.D., associate professor, professor of the department of cars, National Transport University, e-mail: poljakov\_2006@ukr.net

*Razboynikov Alexander*, engineer of the department of cars, National Transport University, e-mail: razboyn1k@ukr.net

*Sharai Svetlana*, Ph.D., associate professor, professor of the department of transport technologies, National Transport University, e-mail: sharai@ntu.edu.ua

*Novitskiy Nikolay*, head of the laboratory of the department of cars, National Transport University

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ КАЧЕНИЯ КОЛЕСА, УСТАНОВЛЕННОГО ПОД УГЛОМ К НАПРАВЛЕНИЮ ДВИЖЕНИЯ

Национальный транспортный университет  
Винницкий национальный технический университет

В работе рассмотрено использование автопоездов как эффективного пути сокращения численности транспортных средств при сохранении объемов грузоперевозок. Причем седельные автопоезда получили значительное признание и наиболее распространены в обеспечении транспортных перевозок грузов. Поэтому улучшение эксплуатационных свойств автопоездов в современных условиях движения является одной из приоритетных задач для обеспечения высокого уровня безопасности их эксплуатации с максимальной эффективностью использования. Достижения данных требований возможно только при условии учета возможных изменений технического состояния автопоездов в процессе эксплуатации. В частности, наличие перекоса осей звеньев автопоезда вызывает появление дополнительных сил и изменение характера распределения реакций в области контакта шин с опорной поверхностью. Как следствие, изменяются тягово-скоростные свойства и топливная экономичность автопоезда, которые непосредственно зависят от характера взаимодействия колес с опорной поверхностью.

Проведен анализ источников информации о влиянии изменения углов установки мостов звеньев автопоездов на их эксплуатационные свойства. Эта проблема является наиболее актуальной для многозвенных автотранспортных средств.

В случае перекоса мостов автопоезда возникают дополнительные силы в контакте колеса с дорогой вследствие несовпадения плоскостей расположения продольной оси автопоезда, вращения и качения колеса.

Приведенный анализ статистических данных указывает на существующие конструктивные недостатки соответствующих деталей и узлов, или на плохое состояние дорожного покрытия, или на неквалифицированное управление автопоездом, или другие нарушения, приводящие к внезапным отказам.

Целью работы является экспериментальное исследование сопротивления качению колеса, установленного под углом к продольной вертикальной плоскости, имитирующее перекос оси автомобиля (прицепа).

Описан порядок проведения экспериментального исследования, приведены результаты по определению сопротивления качению колеса, установленного под углом к продольной вертикальной плоскости.

**Ключевые слова:** автомобиль, автопоезд, прицепное звено, автомобильное колесо, боковой увод.

*Сахно Владимир Прохорович*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобилей, Национальный транспортный университет, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua

*Биличенко Виктор Викторович*, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

*Поляков Виктор Михайлович*, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры автомобилей, Национальный транспортный университет, e-mail: poljakov\_2006@ukr.net

*Разбойников Александр Александрович*, инженер кафедры автомобилей, Национальный транспортный университет, e-mail: razboyn1k@ukr.net

*Шарай Светлана Михайловна*, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры транспортных технологий, Национальный транспортный университет, e-mail: sharai@ntu.edu.ua

*Новицкий Николай Андреевич*, заведующий лабораториями кафедры автомобилей, Национальный транспортный университет