

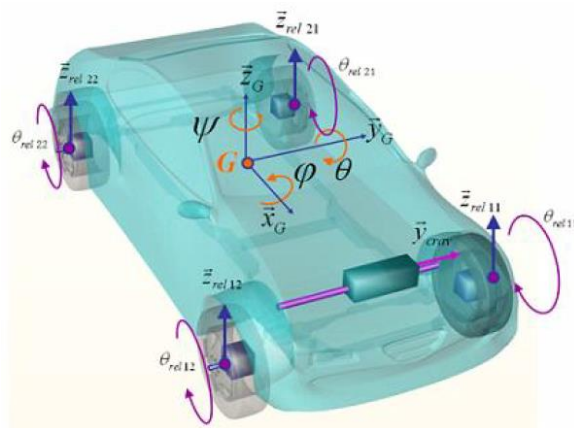


Рисунок 1. Набір розрахункових змінних модуля інерційних характеристик та кінематичної схеми підвіски

Кузов розглядається як тверде тіло з центром мас G , відносно якого задано зв'язану систему координат (x_G, y_G, z_G) : вісь x_G спрямована вздовж руху, y_G – поперек, z_G – вертикально вгору. Положення кузова відносно глобальної системи визначається кутами Ейлера – креном φ , дифілем θ та ристанням ψ , що дає змогу описати повний шестиступеневий рух під дією дорожніх та маневрових збурень.

У зонах коліс введено локальні осі та узагальнені координати, які характеризують відносний рух елементів підвіски: вертикальні переміщення ξ_{ij}^{rel} (хід підвіски) та кутові координати θ_{ij}^{rel} , що описують повороти вузлів і коліс передньої та задньої осей (правий/лівий борт). У передній частині показано виконавчий механізм рульового приводу, через який у моделі задаються керувальні впливи – кут повороту рульового колеса, сигнали систем активної безпеки й автоматизовані закони керування.

Запропонована система розрахункових змінних слугує основою для запису рівнянь руху у диференціальній або матричній формі та подальшої оцінки курсової і загальної стійкості, керованості, плавності ходу й навантаженості елементів підвіски, а також для синтезу алгоритмів активного керування підвіскою та рульовим керуванням.

УДК663.17

Т.В. Чорний¹, М.Г. Левкович², М.В. Костюк²

¹Тернопільський НДЕКЦ МВС

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ГАЛЬМІВНОГО МОМЕНТУ В БАРАБАННОМУ ГАЛЬМІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

T.V. Chorny, M.G. Levkovych, M.V. Kostyuk

STUDY OF THE BRAKING TORQUE IN DRUM BRAKES OF VEHICLES

Ефективність роботи барабанного гальма визначається величиною гальмівного моменту та рівномірністю зносу накладок, що безпосередньо впливає на безпеку транспортного засобу. Відомо, що барабанні гальма з нерухожими осями повороту колодок мають суттєві кінематичні обмеження. Нерівномірність навантаження накладок призводить до перевантаження окремих ділянок, перегріву, прискореного зносу та навіть можливого заклинювання колеса. Така асиметрія формує різні гальмівні моменти на колесах однієї осі, що здатне спричинити занос транспортного засобу.

Традиційний аналітичний підхід до визначення гальмівного моменту ґрунтується на припущенні, що сили взаємодії між барабаном і накладками діють перпендикулярно до поверхні тертя. Проте це можливе лише за умов абсолютно гладких поверхонь, що практично недосяжно у реальних умовах. Унаслідок цього актуальним є уточнення моделей розподілу тиску та визначення гальмівного моменту як для жорстких конструкцій з нерухомими осями, так і для самоустановлюваних колодок.

Барабанні гальма з самоустановлюваними колодками менш чутливі до точності виготовлення, оскільки під час гальмування колодки здійснюють мікропереміщення, автоматично вирівнюючи контакт по всій довжині накладки. Це дозволяє зменшити локальні перевантаження, забезпечити рівномірний тиск і підвищити стабільність гальмівного моменту. Саме тому така конструкція широко застосовується на легкових автомобілях.

Важливим чинником роботи барабанних гальм є характер розподілу тиску по поверхні накладок. Рівномірний синусоїдальний розподіл тиску забезпечує безшумну роботу гальм, тоді як косинусоїдальний або з локальними піками спричиняє високочастотні вібрації та скрип. Головна причина шумів – порушення рівномірності контакту, що проявляється у вигляді асиметричного зношування накладок.

Аналіз силової взаємодії між барабаном і накладками показує, що активні сили притиснення та сили тертя формують складну картину напружено-деформованого стану. У барабанних гальмах з самоустановлюваними колодками для первинної та вторинної накладки характер притиснення суттєво відрізняється. Первинна колодка додатково притискається силами тертя, що збільшує її внесок у загальний гальмівний момент, тоді як вторинна навпаки частково розвантажується. Це визначає конструктивні відмінності та необхідність окремих розрахунків для кожної колодки.

Гальмівні моменти первинної і вторинної колодок визначають інтегруванням елементарних моментів уздовж довжини накладки. Універсальна формула, що описує гальмівний момент барабанного гальма, враховує геометрію барабана, ширину накладки, радіус тертя, плече прикладання сил та кутову координату центру повороту колодок. Вона застосовна як для систем із фіксованими осями, так і для самоналаштувальних конструкцій.

Одним з ключових практичних аспектів є нахил опорної поверхні самоустановлюваної колодки. Від правильного вибору цього кута залежить рівномірність зносу накладки. Якщо реакції опорної поверхні не компенсують силу, що зміщує колодку під дією барабана, знос стає одностороннім, а гальмівний момент нестабільним. Аналітичні залежності дозволяють визначити оптимальні кути нахилу опорних поверхонь залежно від ширини накладки, значення коефіцієнта тертя, радіуса барабана та геометрії механізму.

Дослідження показують, що на величину гальмівного моменту найбільше впливають:

- коефіцієнт тертя накладки;
- кут охоплення барабана;
- положення центра повороту колодки;
- величина рівномірно розподіленого навантаження на накладку;
- орієнтація опорної поверхні колодки.

Правильно визначені кути нахилу опорних поверхонь забезпечують симетричний знос накладок, що підтверджується експериментально: профілі зносу після пробігів 7 000 та 46000 км демонструють рівномірність по довжині накладки, що відповідає розрахованим значенням.

Таким чином, комплексний аналіз силової взаємодії та теоретичне моделювання процесу гальмування дозволяють отримати точне значення гальмівного моменту та сформулювати рекомендації щодо оптимізації конструкції барабанних гальм. Визначення оптимального нахилу опорної поверхні, уточнення моделі розподілу тиску та врахування

властивостей матеріалу накладок є ключовими умовами забезпечення стабільної, безшумної та ефективної роботи гальмівної системи.

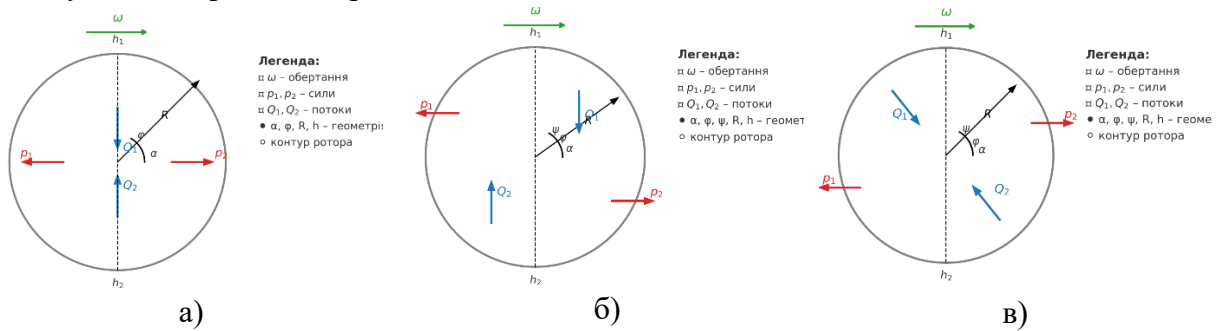


Рисунок 1. Розрахункові схеми барабанних гальм із самоналаштувальними колодками: а – з двома первинними та двома колісними гідроциліндрами; б – із первинною, вторинною колодками та опорною пластиною; в – з передачею впливу від однієї первинної колодки на другу через проміжний стержень, розташований у направляючій.

Література

1. Сахно В. П., Сирота В. І., Поляков В. М. Автомобілі. Теорія: навчальний посібник. Одеса: Військова академія, 2017. 414 с.
2. Сахно В. П., Григорашенко О. В., Вакуліч А. В. Автомобілі. Всеколісне керування. К.: Національний транспортний університет, 2013. 200 с.
3. Newcomb T. P., Spurr R. T. Braking of Road Vehicles. – London: Chapman and Hall, 1987. 336 p.
4. Pacejka H. Tire and Vehicle Dynamics. – Elsevier, 2012. 672 p.

