

Фролов Андрій Анатолійович, судовий експерт, науковий співробітник, Харківський науково-дослідний інститут судових експертиз ім. Засл. проф. М.С. Бокаріуса, andrey5120@mail.ru

ЩОДО ВПЛИВУ ВЕРТИКАЛЬНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА КОЕФІЦІЄНТ ЗЧЕПЛЕННЯ АВТОМОБІЛЬНОГО КОЛЕСА

Відомо, що фундаментальною основою активної безпеки транспортного засобу є його гальмівні властивості, а характер гальмування залежить від взаємодії шин автомобіля з дорожнім покриттям. Таку взаємодію в теорії автомобіля прийнято описувати коефіцієнтом зчеплення, який може реалізовуватися як в поздовжньому, так і поперечному напрямках відносно площини обертання коліс транспортного засобу. У науково-технічній літературі [1-2] прийнято під поздовжнім коефіцієнтом зчеплення розуміти відношення максимальної поздовжньої реакції дороги на колесо R_x^{\max} до її нормальної реакції R_z в конкретних навантажувальних, швидкісних і зчіпних умовах. Однак, не дивлячись на це, існують публікації, в яких під коефіцієнтом зчеплення розуміються і інші співвідношення цих сил, що, на думку автора, невірно і суперечить фізиці, що відбуваються в зоні контакту процесів. Очевидно, що на величину коефіцієнта зчеплення при гальмуванні транспортного засобу впливає велика кількість чинників, аналіз впливу яких вимагає додаткового розгляду.

З огляду на ту обставину, що коефіцієнт зчеплення залежить від різних чинників, для визначення характеру його зміни в процесі гальмування необхідно виявити найбільш значущі чинники, від яких істотно залежить ефективність гальмування транспортного засобу. Відомо, що величина коефіцієнта зчеплення залежить від якості і стану дорожнього покриття (матеріалу покриття, ступеня його шорсткості, твердості, пухкості і вологості), від форми малюнка протектора шини (кількості, розміру і положення виступів і канавок), від тиску повітря в шині, від швидкості обертання колеса і від величини вертикального навантаження яке припадає на колесо.

В якості ілюстрації наведених міркувань можна показати результати досліджень С.М. Цукерберга [3], зображені на рис. 1, щодо поздовжнього коефіцієнта зчеплення для шини легкового автомобіля з протектором типу «шашка» на сухому (суцільна лінія) і мокрому (пунктирна лінія) асфальтобетонному дорожньому покритті.

З рис. 1 «а» слідує, що в разі збільшення внутрішнього тиску в шині коефіцієнт зчеплення спочатку збільшується, а потім, досягнувши свого граничного значення, зменшується. При збільшенні початкової швидкості, з якою відбувається гальмування транспортного засобу, коефіцієнт зчеплення знижується, і тільки лише при малих швидкостях він має максимальне значення (рис. 1 «б»). Ця обставина підтверджується і дослідженнями інших авторів [4]. Збільшення ж вертикального навантаження на колесо приводить до зниження

коефіцієнта зчеплення (рис. 1 «в»), що в свою чергу на перший погляд суперечить положенням теорії автомобіля, яке представляється у вигляді залежності (1). Але не будемо поспішати з висновками, розглянемо всебічно це питання.

$$R_x = R_z \cdot \varphi_x, \quad (1)$$

Аналіз кривих (рис. 2) отриманих експериментальним шляхом на дорозі з сухим асфальтовим покриттям [4] показує, що при збільшенні вертикального навантаження на колесо відповідно до залежності (1) максимальна поздовжня реакція дороги на колесо R_x^{\max} збільшується, але не пропорційно збільшенню нормальної реакції R_z .

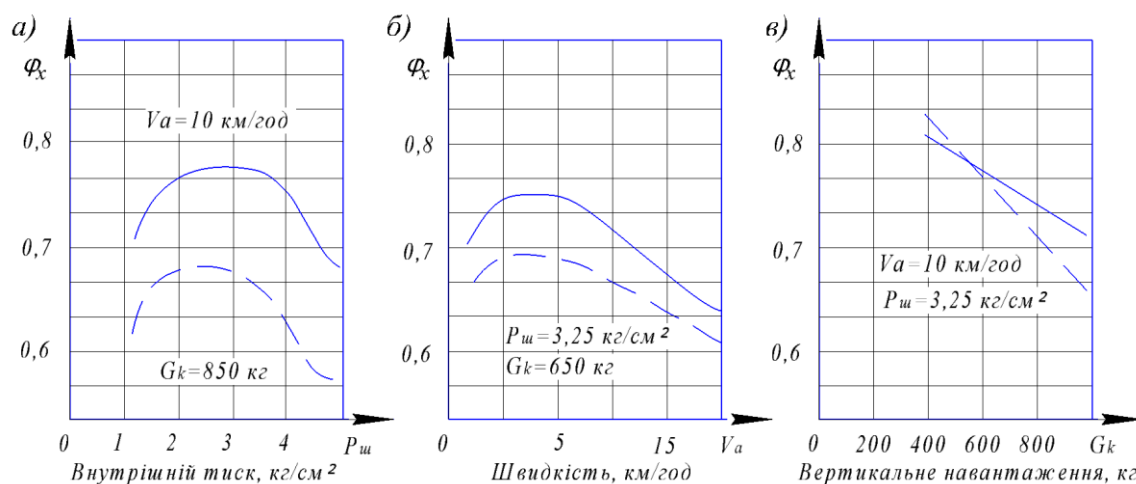


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта поздовжнього зчеплення від тиску повітря в шині «а», початкової швидкості гальмування транспортного засобу «б» і вертикального навантаження на колесо «в» [3]

З ілюстрації, зображеної на рис. 2 очевидно, що зі збільшенням нормальної реакції R_z значення коефіцієнта зчеплення знижується. Причому слід зазначити, що при збільшенні нормальної реакції в 4 рази (тобто на 330%) коефіцієнт зчеплення знижується на 33%, а максимальна поздовжня реакція дороги на колесі збільшується не на 330%, а всього на 220%.

Для дослідження цього неоднозначного явища авторами в співавторстві [4] були проведені стендові дослідження в лабораторії кафедри автомобілів ім. А.Б. Гредескула (Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ)) на великому інерційному стенді. Для проведення досліджень було використано колесо з шиною типорозміру 11-R20. При виконанні стендових досліджень використовувалася методика визначення межі блокування колеса, яка викладена в Правилах №13 ООН (Додаток №13) [5]. За критерій оцінки межі блокування колеса при гальмуванні приймалася ефективність гальмування зі збереженням стійкості і керованості, яка оцінювалася пройденим гальмівним шляхом і тривалістю процесу гальмування. При проведенні експериментальних досліджень було встановлено, що найбільш раціональна ефективність гальмування зі збереженням стійкості і керованості

може бути отримана тільки в умовах, коли колеса автомобіля блокуються в кінці процесу гальмування (швидкість менше 15 км/год).

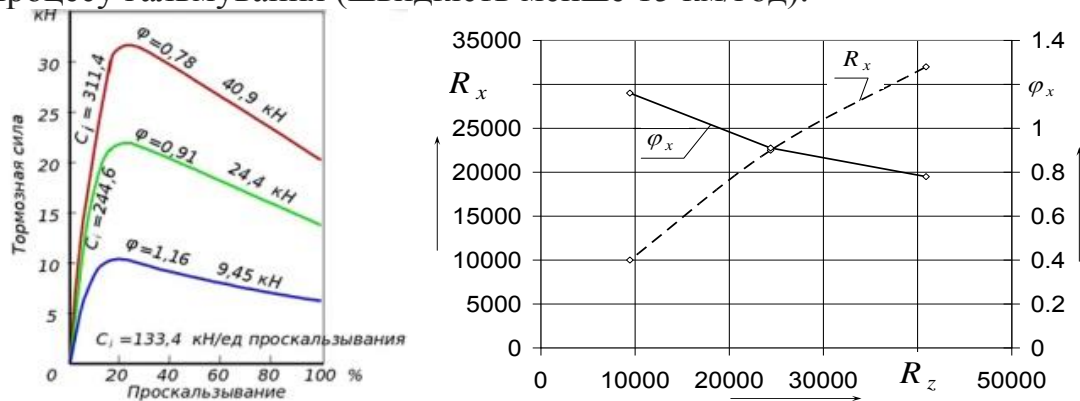


Рисунок 2 – Вплив нормального завантаження на поздовжню гальмівну силу, що виникає в зоні контакту шини 10.00 - 20 F вантажного автомобіля з асфальтовим покриттям [4]

Відсутність блокування колеса в кінці процесу гальмування, призводить до зниження ефективності гальмування, а значить до збільшення гальмівного шляху і тривалості гальмування. Проведені дослідження підтвердили результати, зображені на рис. 2, коефіцієнт зчеплення є не постійною величиною і істотно залежить не тільки від початкової швидкості гальмування транспортного засобу, але і від навантаження, що припадає на колесо. При зменшенні вертикального навантаження на колесо коефіцієнт зчеплення збільшується.

Як показали експериментальні дослідження, істотний вплив на коефіцієнт зчеплення надає початкова швидкість гальмування транспортного засобу (до 20%) та вертикальне навантаження на колесо (до 56%). Причому чим менше величина вертикального навантаження, тим сильніше її вплив на зчіпні властивості шини.

Література

1. Ломака С.И., Алекса Н.Н, Гецович Е.М., Автоматизация процесса торможения автомобиля: учебное пособие - К.: УМК ВО,1988. – 88 с.
2. Вонг Д. Теория наземных транспортных средств: Пер. с англ. - М - : Машиностроение, 1982 – 284 с.
3. Иларионов В.А., Морин М.М., Шейн А.И. Теория автомобиля учебное пособие М - : научно техническое издательство, 1960. – 191 с.
4. Туренко А.Н., Клименко В.И., Рыжих Л.А., Леонтьев Д.Н., Красюк А.Н. Основы создания и исследования электронно-пневматического тормозного управления транспортных средств: монография. – Х.: ХНАДУ,2012.- 288с.
5. Regulation №13 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE) — Uniform provisions concerning the approval of vehicles of categories M, N and O with regard to braking: on condition 30.09.2010 – Official Journal of the European Union – UN/ECE, 2010. – 257p.