

УДК 629.083

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КЕРОВАНOSTІ ЛЕГКОВИХ АВТОМОБІЛІВ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Барсуков С.О., Руденький В.С., ст. гр. АЗ-71-19

Sergeybarsukov1997@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація

Характеристикою керованості легкового автомобіля, як об'єкта управління при гальмуванні в повороті, може виступати величина передавальної функції системи управління автомобіля. В якості такої функції розглянуто співвідношення між величиною кута повороту рульового колеса і кута повороту подовжньої осі автомобіля, який виконує екстрене гальмування.

Встановлено, що з метою забезпечення необхідної керованості при гальмуванні в повороті необхідно враховувати стабільність гальмівних властивостей легкового автомобіля.

Встановлено, що зі збільшенням кутової швидкості повороту і зменшенням кута бокового уводу подовжньої осі автомобіля під час гальмування та кута повороту керованих коліс керованість автомобіля підвищується. Крім того, керованість легкового автомобіля підвищується зі зменшенням радіуса кривизни траєкторії руху і кутової швидкості повороту рульового колеса, а зі зменшенням початкової швидкості та шляху гальмування автомобіля – знижується.

Вступ

Характеристикою керованості легкового автомобіля, як об'єкта управління при гальмуванні в повороті, може виступати величина передавальної функції системи управління автомобіля. В якості такої функції розглянемо співвідношення між величиною кута повороту рульового колеса і кута повороту подовжньої осі автомобіля, який виконує екстрене гальмування.

Розглянемо процес екстреного гальмування автомобіля без блокування коліс з врахуванням уводу коліс в початковий момент, коли відхилення подовжньої осі ще не значне.

Постановка проблеми

Відомо [1-6], що маневреність, як і ефективність гальмування, є показниками, що характеризують здатність легкового автомобіля зберігати

заданий закон руху при гальмуванні, який визначається, як характером зчіпних властивостей коліс з дорогою, так і можливостями гальмівної системи для реалізації цих властивостей.

Так як умови експлуатації легкових автомобілів суттєво впливають на гальмівні властивості, то з метою забезпечення необхідної маневреності при гальмуванні необхідно враховувати їх стабільність в період експлуатації [7, 8].

Аналіз останніх публікацій

Як відомо [5-11], оціночними показниками маневреності експлуатованих легкових автомобілів можуть виступати величина усталеного максимального уповільнення та величина мінімального гальмівного шляху, що проходить автомобіль від початку гальмування з певною швидкістю до повної його зупинки.

Прийнято вважати, що усталене уповільнення не залежить від величини початкової швидкості гальмування, що створює певні переваги в його використанні, проте, гальмівний шлях характеризує безпеку руху. Тому в США нормується тільки один з них - мінімальний гальмівний шлях.

Встановлено різні норми для оцінки керованості легкових автомобілів, які регламентуються рядом як міжнародних, так і державних стандартів [12, 13].

Крім того, відповідно до стандарту [12] нормативні значення середнього усталеного уповільнення і мінімального гальмівного шляху при впливі робочою гальмівною системою легкового автомобіля визначаються лише на прямолінійних ділянках дороги. Але у більшості випадків екстреного гальмування легкових автомобілів, для уникнення зіткнення, траєкторія руху не прямолінійна [14]. Виникає питання забезпечення безпечної керованості автомобіля.

Мета і постановка задачі

Метою роботи є забезпечення керованості легкових автомобілів, які виконують екстрені гальмування, зокрема на криволінійних ділянках автомобільної дороги, у експлуатаційний період.

Математична модель і алгоритм рішення задачі

Такого роду задачі можуть бути успішно вирішено підбором технічних параметрів гальмівного керування автомобіля на основі імітаційного моделювання процесу руху при гальмуванні в різних експлуатаційних умовах (рис. 1).

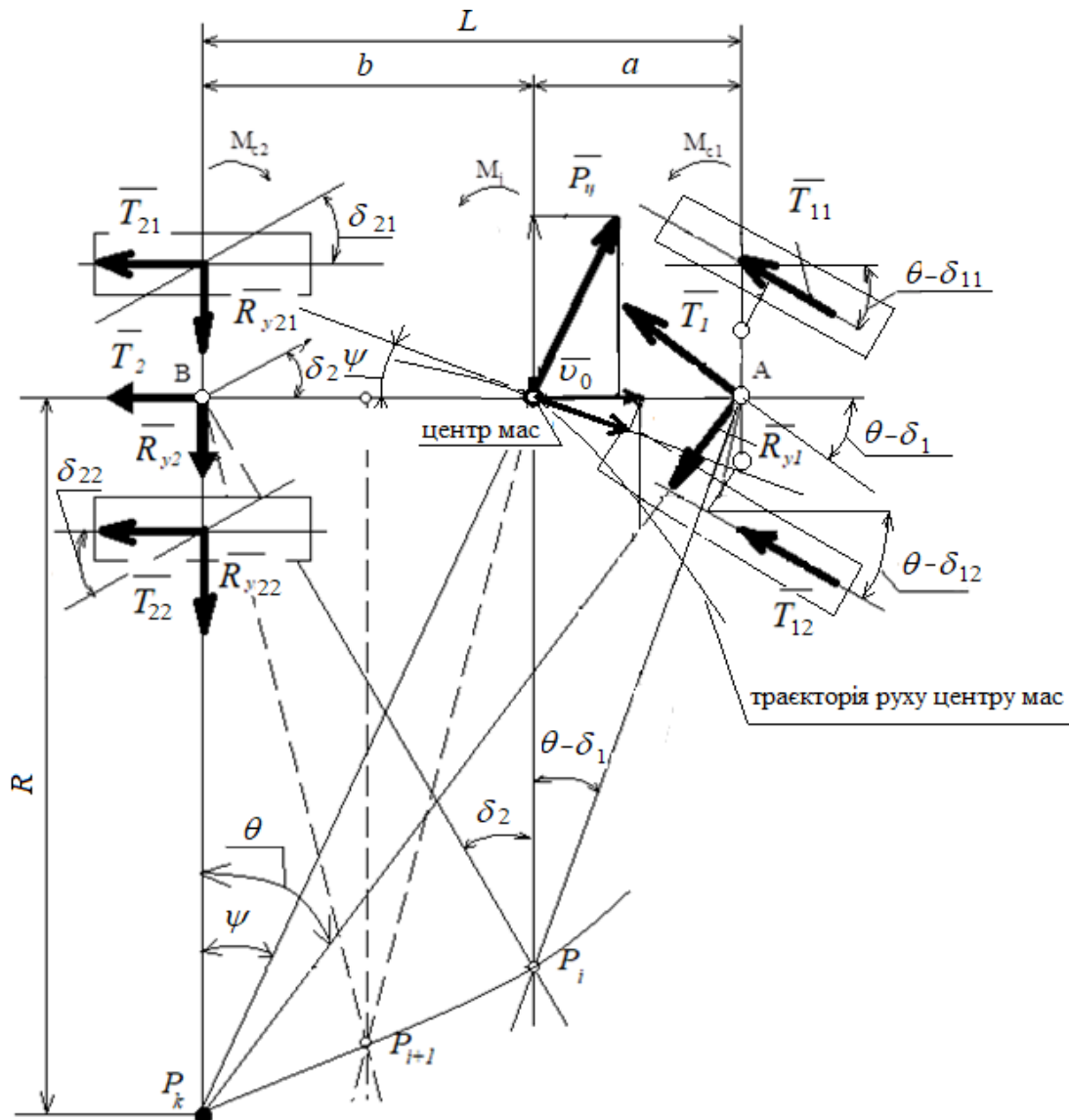


Рисунок 1 – Моделювання руху для оцінки керованості автомобіля при гальмуванні на криволінійній траєкторії

Якщо виділити передавальну функцію рульового управління [1–3, 6], то співвідношення набуде вигляду в диференціальній формі

$$F(t) = \frac{d\theta}{d\psi}, \quad (1)$$

де $d\theta$ – зміна кута повороту рульового колеса;

$d\psi$ – зміна кута повороту подовжньої осі автомобіля.

Оскільки кутова швидкість обертання автомобіля (див. рис. 1) визначається, як

$$\omega = \frac{d\psi}{dt} = g_0 \cdot \frac{\tan(\theta - \delta_0)}{L}, \quad (2)$$

де ϑ_0 – початкова швидкість гальмування автомобіля;

θ – кут повороту рульового колеса;

δ_0 – кут бічного уводу подовжньої осі автомобіля відносно центра мас;

L – подовжня база автомобіля,

має місце наступна залежність

$$\frac{d\psi}{d\theta} = \frac{\vartheta_0 \cdot \operatorname{tg}(\theta - \delta_0)}{L \cdot \frac{d\theta}{dt}} = \frac{\vartheta_0}{L} \cdot \frac{\operatorname{tg}(\theta - \delta_0)}{\omega_\theta} = \frac{\omega_0}{\omega_\theta} \cdot \operatorname{tg}(\theta - \delta_0), \quad (3)$$

де ω_0 – кутова швидкість повороту подовжньої осі автомобіля відносно осі, що проходить через центр задньої (точка В) або передньої (точка А) осі;

ω_θ – кутова швидкість повороту рульового колеса.

Отже, зі збільшенням кутової швидкості повороту і зменшенням кута бокового уводу подовжньої осі автомобіля під час гальмування та кута повороту керованих коліс керованість автомобіля підвищується, а зі збільшенням кутової швидкості повороту рульового колеса керованість автомобіля знижується.

Якщо у формулі (3) виразити початкову швидкість гальмування, враховуючи аеродинамічний фактор, вповільнення автомобіля та конструктивні коефіцієнти застосовуваних гальм [15], як

$$\vartheta_0 = \sqrt{\frac{m_a \cdot g}{K_0 \cdot F_w} \cdot \left[\frac{z}{\varphi} - \frac{\varphi}{\beta_\delta} \cdot \frac{K_1}{K_1 + K_2} \right]}. \quad (4)$$

де m_a – маса автомобіля;

K_0 – коефіцієнт обтічності кузова автомобіля;

F_w – площа Міделя легкового автомобіля;

z – коефіцієнт гальмування;

φ – коефіцієнт зчеплення;

K_1, K_2 – конструктивні коефіцієнти гальм передньої і задньої осей;

β_δ – величина дійсного коефіцієнта розподілу гальмівних сил,

то одержимо залежність зміни кута повороту подовжньої осі автомобіля від кута повороту рульового колеса при гальмуванні

$$\frac{d\psi}{d\theta} = \frac{\operatorname{tg}(\theta - \delta_0)}{\omega_\theta \cdot L} \cdot \sqrt{\frac{m_a \cdot g}{K_0 \cdot F_w} \cdot \left[\frac{z}{\varphi} - \frac{\varphi}{\beta_\delta} \cdot \frac{K_1}{K_1 + K_2} \right]}. \quad (5)$$

У разі, коли визначити початкову швидкість гальмування автомобіля за відомим виразом [1]

$$\vartheta_0 = \sqrt{2\varphi \cdot g \cdot S_T}, \quad (6)$$

то після підстановки його у вираз (3), враховуючи співвідношення

$$\frac{\operatorname{tg}(\theta - \delta_0)}{L} = \frac{1}{R}, \quad (7)$$

де S_T – гальмівний шлях;

R – радіус кривизни траєкторії при заданому куті повороту керованих коліс (див. рис. 1),
одержимо залежність, яка буде характеризувати керованість при гальмуванні автомобіля на дорозі з криволінійною траєкторією певного радіусу

$$\frac{d\psi}{d\theta} = \frac{\sqrt{2\varphi \cdot g \cdot S_T}}{R \cdot \omega_\theta}. \quad (8)$$

Отже, керованість легкового автомобіля підвищується зі зменшенням радіуса кривизни траєкторії руху і кутової швидкості повороту рульового колеса, а зі зменшенням початкової швидкості та шляху гальмування автомобіля – знижується.

Висновки

Проблему забезпечення керованості легкових автомобілів, загальмовуваних із криволінійною траєкторією руху, в процесі експлуатації можна вирішити шляхом відстеження зміни величини уповільнення й гальмівного шляху та частоти обертання рульового колеса.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Агейкин Я.С. Теория автомобиля [Электронный ресурс]: учеб. пособ. / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская. – М.: МГИУ, 2008. – 318 с. – Режим доступа: <http://www.books.google.com.ua/books>.
2. Совершенствование способов регулирования выходных параметров тормозной системы автотранспортных средств / [Туренко А.Н., Богомолв В.А., Клименко В.И. и др.]. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2002. – 400 с.
3. Сафонов А.И. О развитии тормозных систем [Текст] / А.И. Сафонов // Вестник машиностроения. – М.: Машиностроение, 2011. – №12. – С. 37-44. – ISSN 0042-4633.
4. Смирнов Г.А. Поворачиваемость, устойчивость, торможение колесной машины // Теория движения колесных машин. — М.: Машиностроение, 1981. — с.122-264.
5. Маневренность и тормозные свойства колесных машин / [Подригало М.А., Волков В.П., Кирчатый В.И., Бобошко А.А.]; под ред. М.А. Подригало. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 403 с.

6. Бобошко А.А. Оценка предельных по условиям сцепления колес с дорогой, показателей управляемости автомобилей и тракторов / Бобошко А.А. // Автомобильный транспорт. – Харьков, 2001. – Вып. 7. – с. 92-94.
7. Стабильность эксплуатационных свойств колесных машин / [Подригало М.А., Волков В.П., Карпенко В.А. и др.]; под ред. М.А. Подригало. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 614 с.
8. Волков В.П. Оценка стабильности распределения тормозных сил между осями колесной машины / Волков В.П. // Автомобильный транспорт. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2001. – №7. – с. 72–74.
9. Бобошко А.А. Оценка предельных по сцеплению колес с дорогой показателей поворотливости автомобилей / Бобошко А.А. // Вестник СевГТУ. – Севастополь, 2002. – Вып. 36. – с. 131-134.
10. Барсуков С.А. Прогнозная оценка тормозных свойств легковых автомобилей в эксплуатационный период: [науковий періодичний журнал «Modern scientific researches»] / Назаров А.И., Шпинда Е.М. Барсуков С.А., Евтушенко А.О. – Белорусь: Минск, 2020. –Вып. 13 – 11С.
11. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом управлении транспортных средств: монография / А.Н. Туренко, В.И. Клименко, Л.А. Рыжих и др. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 450 с.
12. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування: ДБН В.2.3-4:2007. – [Чинні від 2008-03-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2007. – 91 с.
13. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання (БЗ №11-12-2010/436): ДСТУ 3649: 2010. – Офіц. вид. – [Чинний від 28.11.2010]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 26 с. – (Національний стандарт України).
14. Ярещенко Н.В. Довгострокове прогнозування швидкостей руху на автомобільних дорогах [Текст]: автореф. дис. на здобуття ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.11 «Автомобільні дороги та аеродроми» / Н.В. Ярещенко. – Харків, 1999. – 16с.
15. Назаров И.А. Снижение предельного тормозного пути двухосных автотранспортных средств в эксплуатационных условиях как способ повышения безопасности дорожного движения [Текст] / Назаров И.А., Назаров В.И., Назаров А.И. // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛА, 2015. – Т.2. – Вып. 2. – С. 679-685.– ISSN 2409-7829.

*Науковий керівник: **Назаров Олександр Іванович** – к. т. н., доцент кафедри технічної експлуатації та сервісу автомобілів, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, e-mail: hefer64@ukr.net*