

ПРОБЛЕМЫ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ НА ТРАНСПОРТЕ

УДК 629.3.027

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ БЕЗПЕЧНОЇ ВІДСТАНІ ПОМІЖ ДВОМА ПОПУТНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ

Є.І. Босенко, асистент, ХНАДУ

Анотація. Розглянуто методи визначення коефіцієнту зчеплення, визначення безпечної відстані для системи екстреного гальмування.

Ключові слова: коефіцієнт зчеплення, момент на кермовому колесі, електронний модулятор, електропневмоклапан, безпечна відстань.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ ДИСТАНЦИИ МЕЖДУ ДВУМЯ ПОПУТНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ

Е.И. Босенко, ассистент, ХНАДУ

Аннотация. Рассмотрены методы определения коэффициента сцепления, определения безопасного расстояния для системы экстренного торможения.

Ключевые слова: коэффициент сцепления, момент на рулевом колесе, электронный модулятор, электропневмоклапан, безопасная дистанция.

METHOD FOR DETERMINING THE SAFE DISTANCE BETWEEN TWO VEHICLES

E. Bosenko, assistant, KhNAHU

Abstract. The methods of clutching coefficient as well as safe distance determination for the emergency braking system are considered.

Key words: clutching coefficient, moment on the drive – wheel, electronic modulator, electro-pneumatic valve.

Вступ

При зростанні загальної маси сучасного транспортного засобу, швидкості його руху і густини транспортного потоку підвищуються вимоги і до ефективності гальмівної системи. Сучасні виробники при розробці електропневматичних гальмівних систем ставлять за мету не тільки відповідність вже наявним законодавчим нормам. Безпека споживача ставиться на перше місце. Тому гальмівна система керована електронікою має значно більші можливості, ніж оговорено законодавчими нормами.

Аналіз публікацій

Аналіз напряму розвитку світового автомобілебудування показує, що для транспортних засобів категорії N2, N3 найбільш ефективно ця задача розв'язується використанням гальмівного приводу з різноманітними пристроями електронного регулювання зусилля у гальмівних механізмах. В його керуючій частині використання електричний струм, а в силовій – або енергія стислого повітря, або енергія стиснутих пружин. Найперспективнішим для використання на великовантажних автомобілях слід вважати електропнев-

матичний гальмівний привід (ЕПГП) з електронним керуванням [1].

Подальший розвиток конструкції гальмівних систем в умовах вимог, що підвищуються, до активної безпеки автотранспортних засобів, передбачають, в перспективі, установку комплексних систем, що включають антиблокувальні пристрої, системи протиковзання, блокування трансмісії, керування підвіскою та інші. Для підвищення активної безпеки сучасних автотранспортних засобів категорій N2, N3 ведуться розробки додаткових систем, що дають можливість зкорегувати дії водія при керуванні транспортним засобом [3].

Мета і постановка задачі

Метою даного дослідження є розробка методики визначення безпечної відстані між двома транспортними засобами, що рухаються в попутному напрямку, та аналіз можливості використання запасної гальмівної системи для автоматичного гальмування ТЗ в екстреній ситуації. Ця розробка дозволить підвищити показники безпеки дорожнього руху. Така система щільно зв'язана з системами активної безпеки автомобіля, а саме з системою адаптивного контролю швидкості автомобіля.

Закон керування системою екстреного гальмування

Система автоматичного екстреного гальмування дозволяє зменшити гальмівний шлях за рахунок виключення людського фактору у процесі екстреного гальмування [1].

Дана система обладнана радіолокаційними або інфрачервоними датчиками, які стежать за станом руху. Такі датчики можуть розпізнавати автомобілі, що рухаються попереду транспортного засобу, і в разі різкого зближення з іншим автомобілем з цих датчиків передається сигнал до блоку керування системою автоматичного екстреного гальмування.

Його принцип роботи аналогічний датчикам паркувального радару тільки радіус дії становить декілька сотень метрів, а кут охоплення, навпаки, обмежений кількома градусами. Зона роботи радіолокаційного датчика дистанції зображено на рис. 1.



Рис. 1. Зона роботи радіолокаційного датчика дистанції

Якщо промінь знайшов перешкоду у вигляді автомобіля, що рухається з меншою швидкістю і повернувся, – значить, необхідно знизити швидкість. Блок керування посилає сигнал електронному клапану екстреного гальмування, який примушує гальмівну систему працювати навіть без участі водія. Якщо автомобіль, що рухається попереду, різко зближується (зупинився, різко загальмував через перешкоду) з транспортним засобом та потрапив до зони небезпечної дистанції, спрацьовує система автоматичного екстреного гальмування та транспортний засіб гальмується до повної зупинки.

Безпечні та небезпечна зони системи екстреного гальмування зображені на рис. 2. В разі подальшого віддалення автомобіля, що рухається попереду, система відключається і швидкість руху відновлюється.

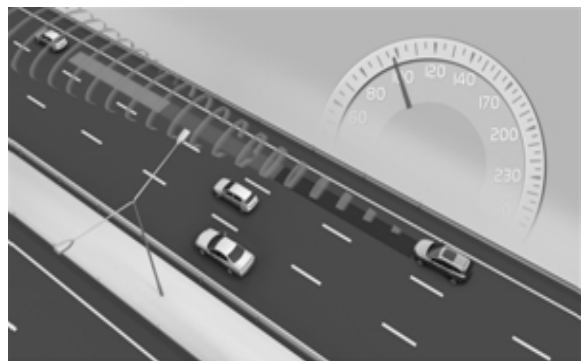


Рис. 2. Дистанції роботи системи екстреного гальмування

Опис конструкції складових елементів системи екстреного гальмування

В одному з варіантів система екстреного гальмування складається з: радіолокаційного датчика дистанції, встановленого у перед-

ньому бампері або за радіаторними ґратами автомобіля, електронного блоку керування системою, клапану екстреного гальмування та запасної гальмівної системи.

Радіус дії таких датчиків від 100 до 500 метрів. Таким чином система екстреного гальмування може слідкувати за перешкодою на досить великій дистанції.

Електронний блок керування системою виконує керуючу функцію, приймаючи сигнал з датчика дистанції датчика вимірювання момент опору ковзанню керованих коліс відносно опорної поверхні та датчика швидкості, блок керування обробляє отриману інформацію за визначеним алгоритмом. Після обробки даних блок керування передає сигнал до електронного клапану екстреного гальмування.

Клапан екстреного гальмування дозволяє привести в дію запасну гальмівну систему без участі водія. Клапан екстреного гальмування дозволяє зменшити час спрацювання гальмівної системи. Порівняно з часом реакції водія даний клапан спрацює в тричі швидше ($t_{\text{рводія}} = 0,4-1,5 \text{ с}$, $t_{\text{рсист}} = 0,2 \text{ с}$).

Функцію клапану автоматичного екстреного гальмування виконує випускний клапан 7 (рис. 3) контура запасної гальмівної системи.

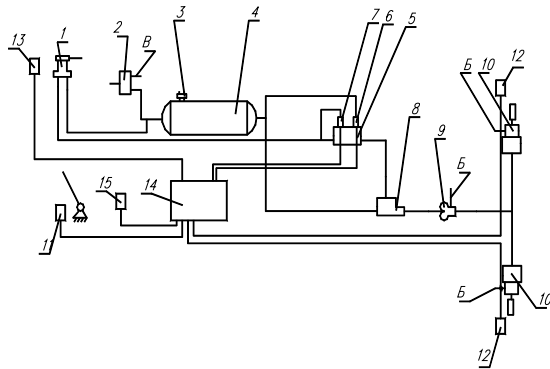


Рис. 3. Загальна принципова схема пневматичного приводу гальм, що дозволяє реалізувати функції запасної, протидкатної, стоянкової гальмівної системи та системи екстерного гальмування

В системі автоматичного екстреного гальмування використовується запасна гальмівна система (рис. 3). До складу запасної гальмівної системи входить: 1 – ручний кран зворотної дії; 2 – двойний захисний клапан; 3 – датчик тиску

в ресивері контура задньої осі та стоянкової гальмівної системи; 4 – ресивери контура задньої осі і стоянкової гальмівної системи; 5 – осьовий модулятор запасної гальмівної системи; 6 – керуючий впускний електропневмоклапан; 7 – керуючий випускний електропневмоклапан; 8 – прискорюючий клапан; 9 – двомагістральний клапан; 10 – енергоакумулятори; 11 – датчик положення педалі зчеплення; 12 – датчик кутової швидкості коліс задньої осі; 13 – кнопка активації протидкатної системи; 14 – електронний блок керування запасною, протидкатною та стоянковою гальмівними системами, 15 – датчик повздожнього ухилу.

Вибір безпечної дистанції руху

Задачею системи екстреного гальмування є стеження за дорожніми умовами. За допомогою радіолокаційних датчиків дистанції система розпізнає автомобілі або перешкоди, що знаходяться попереду автопотягу. Щоб система могла починати працювати вчасно, так щоб зупинити транспортний засіб перед перешкодою, тим самим уникнути зіткнення, необхідно розрахувати безпечну дистанцію. Безпечною дистанцією вважається шлях, який пройде автопотяг з моменту початку роботи екстреної гальмівної системи до початку гальмування. Для вибору безпечної дистанції необхідно враховувати швидкість транспортного засобу, швидкість автомобіля, що рухається попереду, стан дорожнього покриття та масу автомобіля.

При виборі безпечної дистанції для початку гальмування крім коефіцієнту зчеплення коліс з дорогою необхідно враховувати швидкість руху та гальмівний шлях транспортного засобу при визначеній швидкості. Гальмівний шлях розраховується за формулою

$$S_T = \frac{V_H}{3,6} \cdot (t_p + t_c + \frac{t_H}{2}) + \frac{K_3 \cdot V_H^2 \cdot \delta}{254 \cdot \phi_x}, \quad (1)$$

де V_H – початкова швидкість руху, км/г.

Розрахувавши значення гальмівного шляху, було отримано величини гальмівного шляху залежно від швидкості траспортного засобу. Було побудовано графік залежності величини гальмівного шляху від швидкості автомобіля, враховуючи коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою.

На підставі значення величини гальмівного шляху автопотягу, залежно від швидкості та величину моменту опору ковзанню керованих коліс відносно опорної поверхні будують графік залежності цих величин.

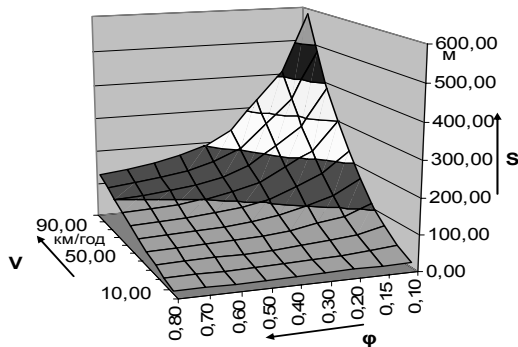


Рис. 4. Графік залежності гальмівного шляху автомобіля від швидкості та моменту опору ковзанню керованих коліс відносно опорної поверхні

Всі отримані дані задаються системі. Маючи визначені дані, система екстреного гальмування має можливість визначити безпечну дистанцію між транспортним засобом та перешкодою попереду, щоб почати гальмувати вчасно та своєчасно зупинити і тим самим уникнути зіткнення. Тобто система екстреного гальмування, виявивши перешкоду попереду, визначає швидкість транспортного засобу, коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою, визначивши момент опору ковзанню керованих коліс відносно опорної поверхні, та дистанцію до перешкоди, порівнює отримані дані з тими, що були задані системі раніше.

Було побудовано розрахункову схему (рис. 5) та модель роботи системи автоматичного екстреного гальмування. Визначення швидкості, прискорення та гальмівного шляху описані системою рівнянь, що дозволяє системі обрати безпечну дистанцію для руху.

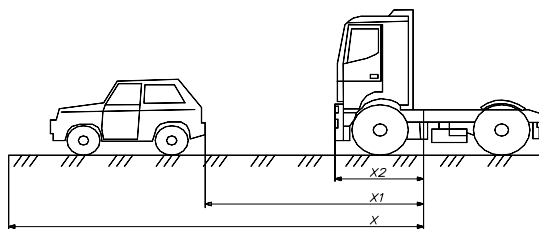


Рис. 5. Розрахункова схема для визначення безпечної дистанції

$$\left\{ \begin{aligned} j_{a1} &= -\frac{F_1 \cdot k_1 \cdot V_{a1}^2 + m_{a1} \cdot g \cdot \psi_1 + m_{a1} \cdot g \cdot \phi_1 \cdot (V_{a1} \cdot m_{a1} \cdot g)}{m_{a1}} \\ V_{a1} &= \int j_{a1} dt \\ S_{t1} &= \int V_{a1} dt \\ j_{a1_0} &= 0 \\ V_{a1_0} &= V_{aH} \\ S_{t1_0} &= [S_{t1}] \\ j_{a2} &= -\frac{F_2 \cdot k_2 \cdot V_{a2}^2 + m_{a2} \cdot g \cdot \psi_2 + m_{a2} \cdot g \cdot \phi_2 \cdot (V_{a2} \cdot m_{a2} \cdot g)}{m_{a2}} \quad (2) \\ V_{a2} &= \int j_{a2} dt \\ S_{t2} &= \int V_{a2} dt \\ j_{a2_0} &= 0 \\ V_{a2_0} &= V_{aH} \\ S_{t2_0} &= 0 \end{aligned} \right.$$

де $V_{a1,a2}$ – швидкість першого та другого автомобіля відповідно; $S_{t1,t2}$ – зупиночний шлях першого та другого автомобіля відповідно; $j_{a1,a2}$ – прискорення першого та другого автомобіля відповідно.

Гальмівний шлях транспортного засобу не повинен перевищувати величини гальмівного шляху першого автомобіля та безпечної дистанції для руху.

$$(S_{t1} + S_6) \geq S_{t2}, \quad (3)$$

де $S_6=0,6$ м – безпечна дистанція до перешкоди для руху.

Коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою змінюється залежно від ваги автомобіля (рис. 6) та його швидкості (рис. 7).

$$\phi(m_a \cdot g) = 0,8 \dots 0,4, \quad (4)$$

$$\begin{cases} \phi(500 \cdot g) = 0,8 \\ \phi(10000 \cdot g) = 0,4 \end{cases} \quad (5)$$

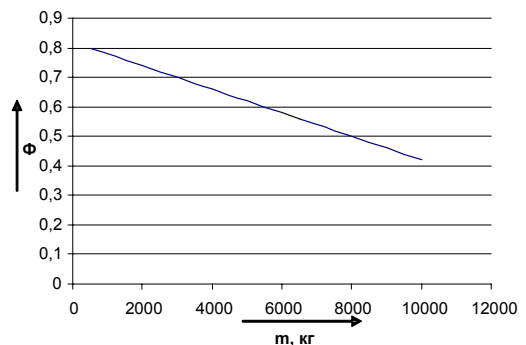


Рис. 6. Графік залежності коефіцієнта зчеплення від маси автомобіля

$$\begin{cases} \varphi(V_a) = \varphi_{0,8} - 0,3, \\ \varphi \in 0,8 \dots 0,1 \end{cases} \quad (6)$$

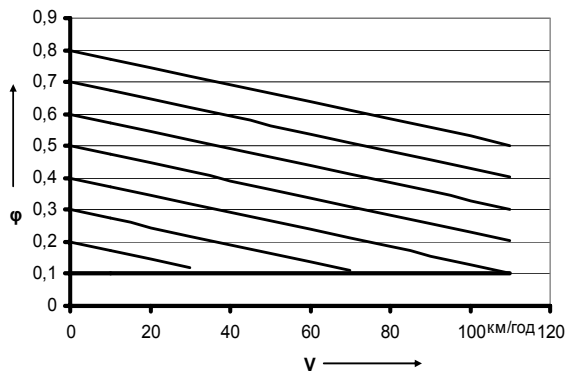


Рис. 7. Графік залежності коефіцієнта зчеплення від швидкості автомобіля

Для визначення стану дорожнього покриття нам необхідно знати коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою. Визначити коефіцієнт зчеплення можна виходячи з моменту реалізованого на кермі від зусилля водія.

Виходячи з моменту ковзання керованих коліс відносно опорної поверхні, можна визначити коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою. Визначений коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою дає можливість системі визначити якість опорної поверхні, щоб визначити зусилля, яке буде реалізоване гальмівною системою при екстремому гальмуванні.

Було визначено, що момент ковзання керованих коліс відносно опорної поверхні залежить від коефіцієнту зчеплення лінійно. На основі отриманих даних було побудовано графік залежності моменту ковзання керованих коліс відносно опорної поверхні від коефіцієнту зчеплення (рис. 8).

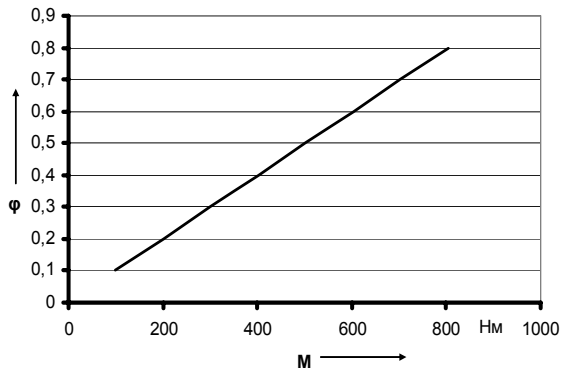


Рис. 8. Графік залежності моменту ковзання керованих коліс відносно опорної поверхні від коефіцієнту зчеплення

Враховуючи всі зазначені вище фактори, було проведено розрахунок безпечної дистанції для руху залежно від коефіцієнту зчеплення, швидкості руху першого автомобіля, швидкості транспортного засобу, маси автомобілів. В якості першого автомобіля було обрано легковий автомобіль, так як його маса, порівняно з масою автопотягу, набагато менша, відповідно і гальмівний шлях буде набагато меншим, ніж у автопотягу. Для порівняння було проведено два розрахунки, в першому в якості автомобіля, на якому, встановлена система екстреного гальмування, було прийнято тягач з повною масою 4600 кг (рис. 9).

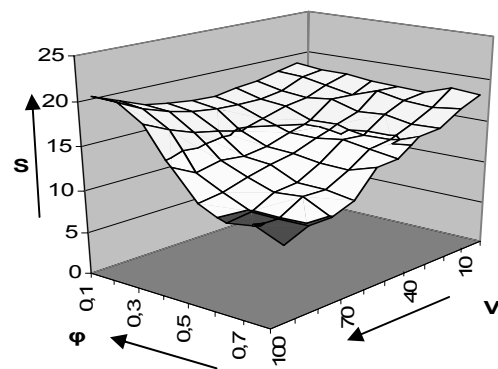


Рис. 9. Графік залежності безпечної дистанції від коефіцієнта зчеплення та швидкості автомобілів (маса вантажного автомобіля 4600 кг)

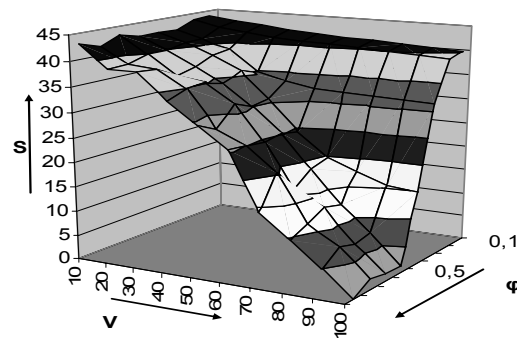


Рис. 10. Графік залежності безпечної дистанції від коефіцієнта зчеплення та швидкості автомобілів (маса вантажного автомобіля 10000 кг)

В другому випадку маса автопотяга складала 10000 кг (рис. 10). За результатами обчислень було побудовано поверхневі графіки залежності безпечної дистанції від швидкості автомобілів та коефіцієнту зчеплення коліс з дорогою.

Висновки

Наведена методика показала працездатність та потребує подальшого дослідження та вдосконалення.

Література

1. Михалевич Н.Г. Совершенствование электропневматических аппаратов тормозного привода автотранспортных средств: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.02 / Михалевич Николай Григорьевич. – Харьков, 2009. – 220 с.
2. Туренко А.Н. системы быстрого торможения пневмопружинных энергоаккумуляторов / А.Н. Туренко, В.И. Клименко, Л.А. Рыжих, С.А. Куд-

лай // Автомобильная промышленность – 1985. – №8. – С. 18–19.

3. Туренко А.М. Розробка теоретичних та практичних основ створення і промислового освоєння нового покоління конкурентоспроможних апаратів пневматичних систем дорожніх транспортних засобів / А.М. Туренко, В. І. Клименко, В.О. Богомолов та ін. – Харків: ХДАДТУ, 1998. – 954 с.

Рецензент: О.П. Алексієв, професор, д.т.н., ХНАДУ

Стаття надійшла до редакції 5 вересня 2011 р.
