

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ГАЛЬМУВАННІ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Досліджено перспективи мінімізації невизначеності в експертних висновках під час розв'язування типових задач автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод при гальмуванні.*

**Ключові слова:** гальмівний шлях, гальмування, тертя, енергія, антиблокувальна система, експертиза дорожньо-транспортних пригод.

### *Abstract*

*Prospects minimize uncertainty in expert conclusions when solving typical problems autotechnical examination of traffic accidents during braking.*

**Keywords:** stopping distance, braking, friction, energy, anti-lock system, examination of traffic accidents.

### Вступ

Суттєве збільшення автотранспортного парку України привело до значного посилення інтенсивності руху на автошляхах держави та збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Це поставило перед Україною цілий комплекс нових завдань, спрямованих на підвищення безпеки руху.

Екстрені гальмування складають всього декілька відсотків від всіх гальмувань, проте саме вони визначають безпеку руху та вимоги до гальмівної ефективності [1-7]. При цьому одним з оцінних показників гальмівних властивостей є гальмівний шлях автомобіля. Якби у всіх автомобілів вдалося скоротити гальмівний шлях на 20 %, то число загиблих і важко поранених в автомобільних аваріях зменшилася б на 15 % [3].

Метою роботи є дослідження шляхів мінімізації невизначеності в експертних висновках під час розв'язування типових задач автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод при гальмуванні.

### Результати дослідження

Гальмівний шлях транспортного засобу залежить як від початкової швидкості гальмування і дорожніх умов, так і від тривалості динамічної стадії процесу (часу, що пройшов з моменту дотикання до педалі гальм, до моменту досягнення сповільненням чи гальмівною силою максимальних значень). Для визначення величини гальмівного шляху на прямолінійній ділянці дороги використовуються залежності, запропоновані Я. Табореком, Норманом, В. Г. Розановим, О. Бодє, Д. П. Великановим, М. Д. Артамоновим, І. Л. Крузе [1].

Формула, яка рекомендується в ДСТУ 3649:2010 для розрахунку гальмівного шляху [2]

$$S_g = \frac{v_a}{3,6} (\tau_c + 0,5\tau_n) + \frac{v_a^2}{26j_{ust}}, \quad (1)$$

де  $v_a$  – початкова швидкість гальмування;  $\tau_c$  – час спрацьовування приводу гальм;  $\tau_n$  – час наростання сповільнення;  $j_{ust}$  – усталене (максимальне) в процесі гальмування сповільнення.

Існуючі методи розрахунку гальмівного шляху базуються на припущенні, що при екстремому гальмуванні реалізується усталене сповільнення, яке рівне добутку прискорення сили тяжіння на кое-

фіцієнт зчеплення, що відповідає 100% ковзанню шини по дорожній поверхні. Таке представлення виключає можливість розрахунку гальмівного шляху при гальмуванні без блокування коліс.

В роботах [6, 9] запропонована математична модель розрахунку гальмівного шляху автомобіля при екстремому гальмуванні без блокування коліс (з антиблокувальною системою), отримана із енергетичного балансу автомобіля при гальмуванні

$$S_g = v_a \cdot (\tau_c + 0,5\tau_n) + \frac{\delta \cdot G_a \cdot (v_a - 0,5\tau_n \cdot j_{ust})^2}{2g \left( \sum_{i=1}^n \frac{M_{gi} \cdot (1-s_i)}{r_d} + \sum_{i=1}^n G_{ki} \cdot f_i \cdot (1-s_i) + \frac{1}{3} k_n \cdot F \cdot v_{w0}^2 + \dots \right)} \rightarrow$$

$$\rightarrow \frac{\dots + \frac{M_r}{r_d} \cdot (1-s_{sr}) + \sum_{i=1}^n R_{zi} \cdot \phi_{xi} \cdot s_i \pm G_a \cdot i}{\dots}$$
(2)

де  $M_{gi}$  – гальмівний момент на  $i$ -му колесі автомобіля;  $s_i$  – повздовжнє проковзування на  $i$ -му колесі автомобіля;  $G_{ki}$  – нормальне навантаження на  $i$ -те колесо;  $f_i$  – коефіцієнт опору кочення для  $i$ -го колеса автомобіля;  $M_r$  – середній момент сил опору в трансмісії;  $s_{sr}$  – середнє арифметичне значення повздовжніх проковзувань ведучих коліс автомобіля;  $R_{zi}$  – нормальна реакція на  $i$ -те колесо автомобіля;  $\phi_{xi}$  – коефіцієнт повздовжнього зчеплення  $i$ -го колеса автомобіля;  $k_n$  – коефіцієнт опору повітря;  $F$  – площа міделя або лобова площа, яка рівна площі проекції автомобіля на площину, перпендикулярну його повздовжній осі;  $v_{w0}$  – відносна швидкість повітря в момент натискання на педаль гальм;  $r_d$  – динамічний радіус колеса;  $G_a$  – вага автомобіля;  $\delta$  – коефіцієнт врахування обертових мас;  $i$  – поздовжній ухил дороги.

Для проведення автотехнічної експертизи експерту достатньо розрахувати ті чи інші параметри за відомими з теорії експлуатаційних властивостей автомобіля формулами. Проте отримати надійні і достовірні результати розрахунків можливо лише за умови підстановки в формули достовірних чисельних значень відповідних вихідних даних – результатів вимірювань, параметрів та коефіцієнтів. Це має принципове значення, оскільки лише за умови достовірності вихідних даних можна говорити про обґрунтованість, об'єктивність, достовірність висновків експерта та можливість їхнього використання в якості доказів [1, 2, 4, 10].

Розрахункові дані з визначення параметрів залежності точності визначення зупиночного шляху від швидкості руху та коефіцієнта зчеплення коліс автомобіля з дорогою подані на рисунку 1.

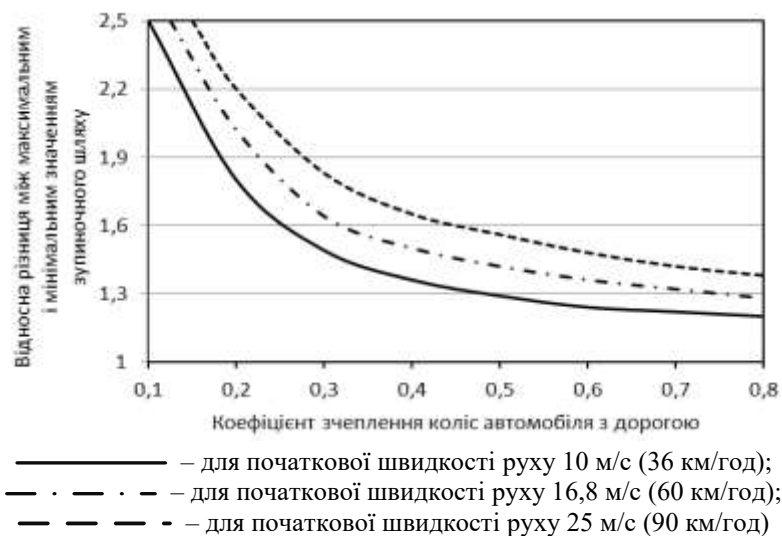


Рисунок 1 – Зміна похибки розрахунку зупиночного шляху транспортних засобів

Отримані дані свідчать, що при визначенні зупиночного шляху існуючими методами різниця між максимальним та мінімальним значеннями не може бути меншою 20%, а максимальна різниця – при моделюванні зупиночного шляху при гальмуванні на льоду – 250%. Приймаючи дану залежність як еталонну можна виявити потенційні можливості підвищення точності розрахунків при уточненні як самої класичної залежності, так і вихідних даних.

### Висновки

Під час обчислення параметрів руху автомобіля, що є учасником ДТП, важливо правильно визначити коефіцієнт зчеплення шин з дорогою, оскільки він має сильну залежність від багатьох факторів і умов та володіє найбільшою невизначеністю серед інших використовуваних при експертизі ДТП факторів і параметрів. В процесі гальмування автомобіля приймають участь та взаємодіють як мінімум два об'єкта: дорога та автомобіль. Від властивостей кожного з них залежить ефективність гальмування. З одного боку, коефіцієнт зчеплення шин з дорожнім покриттям залежить від якості та стану шин автомобіля (тип протектора та ступінь його зносу, тиск повітря в шинах, швидкість і завантаженість автомобіля), з іншого боку, цей коефіцієнт змінюється в залежності від виду дорожнього покриття, структури та температури його поверхні, наявності вологи, забруднень на поверхні покриття.

Відома методика [1, 4] в багатьох випадках дозволяє оцінити лише діапазон можливих значень коефіцієнта зчеплення, що ускладнює об'єктивність прийняття рішення при аналізі причин ДТП. Запропонований підхід в [2, 6, 7], на відміну від відомої методики, дозволяє врахувати як стохастичну, так і нечітку невизначеність і звужити діапазон можливих оцінок, що підвищує об'єктивність прийняття рішень та дозволяє рекомендувати його як альтернативу існуючій методиці для застосування в практиці автодорожньої експертизи.

Рекомендації в експертній практиці з обрання табличних даних величини усталеного уповільнення, одержані при випробуваннях застарілих конструкцій легкових автомобілів радянського виробництва, нині потребують методичного вдосконалення з урахуванням сучасних конструкцій гальмівних систем автомобілів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Туренко А. М. Автотехнічна експертиза. Дослідження обставин ДТП : підручник для вищих навчальних закладів / А. М. Туренко, В. І. Клименко, О. В. Сараєв, С. В. Данець. – Харків : ХНАДУ, 2013. – 320 с.
2. Волков В.П. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях: Монография / В.П. Волков, В.Н. Торлин, В.М. Мищенко, А.А. Кашканов, В.А. Кашканов, В.П. Кужель, В.А. Ксенофонтowa, А.А. Ветрогон, Н.В. Складаров. – Харьков: ХНАДУ, 2010. – 476 с.
3. Автомобильный справочник Bosch. Перевод с англ. Первое русское издание. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2002. – 896 с.
4. Тартаковский Д. Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д. Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с.
5. Подригало М.А. Маневренность и тормозные свойства колесных машин. / М.А. Подригало, В.П. Волков, В.И. Кирчатый, А.А. Бобошко. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 403с.
6. Кашканов В. А. Інтелектуальна технологія ідентифікації коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП : монографія / В. А. Кашканов, В. М. Ребедайло, А. А. Кашканов, В.П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 129 с.
7. Кашканов А. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія / А. А. Кашканов, В. М. Ребедайло, В. А. Кашканов. Вінниця: ВНТУ, 2010. – 146 с.
8. Кашканов А.А., Кужель В.П., Грисюк О.Г. Комплексна програма оцінювання експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів при експертизі ДТП // Вісник СевНТУ: зб. наук. пр. Серія: Машиноприладобудування та транспорт. – Севастополь. – 2011. – Вип.121/2011.
9. Кашканов А.А., Кашканов В.А., Грисюк О.Г. Математична модель гальмівного шляху автомобіля при екстремому гальмуванні з АБС // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк. – 2012, випуск №36.

10. Кашканов А.А., Гуцалюк О.В. Вплив невизначеності даних на результати оцінювання гальмових властивостей автомобілів при експертизі ДТП // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк. – 2012, випуск №37.

11. Кашканов А.А. Застосування нечіткої логіки в автомобільній автоматичній системі // Автомобільний транспорт: зб. наук. пр. – Харків. – 2003, №13.

**Кашканов Андрей Альбертович**, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

**Воложинський Юрій Олександрович** — студент групи 1АТ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

**Назарук Ярослав Володимирович** — студент групи 1АТ-16м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

**Kashkanov Andriy A.**, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: a.kashkanov@gmail.com;

**Volozhynskiy Yuri O.** — student group 1AT-16m, Faculty Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

**Nazaruk Yaroslav V.** — student group 1AT-16m, Faculty Machine Building and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.