

Кашканова А.А.¹, аспірантка кафедри автомобілів та транспортного менеджменту
Біліченко В.В.¹, ректор, д.т.н., професор
Кашканов А.А.¹, професор кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, д.т.н., професор
Капіца А.В.², завідувач відділу автотехнічних досліджень
Діордіца В.М.², заступник завідувача відділу автотехнічних досліджень

¹Вінницький національний технічний університет;

²Вінницький науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

ДО ПИТАННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКЦІЇ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА ОБ'ЄКТИВНІСТЬ ВИСНОВКІВ АВТОТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Забезпечення безпеки та ефективності дорожнього руху є одним із найважливіших завдань сьогодення. Внаслідок активного розвитку транспортної галузі відбувається насичення автомобільних шляхів та ускладнення умов руху, спостерігається високий рівень аварійності на транспорті [1]. Україна відноситься до групи країн з низьким чи середнім рівнем доходу, на які припадає близько 60% світового автопарку, але при цьому в цій групі реєструється 92% усіх дорожньо-транспортних пригод (ДТП) зі смертельним наслідком. За результатами 2023 року в Україні за добу в ДТП отримує травми близько 80 людей, а гине щонайменше вісім [2]. Ефективність розв'язання завдань з підвищення безпеки дорожнього руху в значній мірі залежить від точності та об'єктивності методів аналізу ДТП, виявлення причинно-наслідкових зв'язків.

Прийняття рішень під час розв'язування задач автотехнічної експертизи ДТП здійснюється в умовах неповноти інформації, тобто в умовах невизначеності, яка може мати стохастичну або нечітку природу, а отже є композиційною [3-6]. Основні джерела невизначеності при формуванні експертних висновків автотехнічної експертизи ДТП подані на рисунку 1.



Рисунок 1 – Джерела невизначеності в автотехнічній експертизі ДТП

Розрахунок параметрів руху транспортних засобів (ТЗ) при автотехнічній експертизі в переважній більшості випадків виконується без оцінювання похибки одержуваних результатів, що не задовольняє вимоги Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». Це визначає актуальність удосконалення методів розв'язування задач автотехнічної експертизи ДТП [2, 7, 8].

Визначення ефективності гальмування ТЗ в процесі дослідження ДТП є типовим завданням більшості автотехнічних досліджень, при цьому в Європейській мережі установ судової експертизи [8] зупинний та гальмівний шлях визначають так

$$S_0 = (t_1 + t_2 + 0.5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_a}{3.6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot j_a}, \quad S_b = (t_2 + 0.5 \cdot t_3) \cdot \frac{V_a}{3.6} + \frac{V_a^2}{26 \cdot j_a} \quad (1)$$

де t_1 – час реакції водія, с;
 t_2 – час спрацювання гальмівного приводу, с;
 t_3 – час наростання сповільнення, с;
 V_a – швидкість ТЗ на початку гальмування, м/с;
 j_a – усталене сповільнення ТЗ, м/с².

Основним показником для оцінювання ефективності гальмування автомобілів є усталене сповільнення, величина якого залежить від реалізації потенціалу зчіпних властивостей коліс автомобіля з дорожнім покриттям (рис. 2) [9]. На основі значень усталеного сповільнення експерт може визначити довжину гальмівного чи зупинного шляху ТЗ та його швидкість в процесі гальмування. В структурі обласних науково-дослідних експертно-криміналістичних центрів МВС України значення усталеного сповільнення отримують за допомогою сертифікованих спеціальних сучасних приладів МАНА VZM-300 [10].

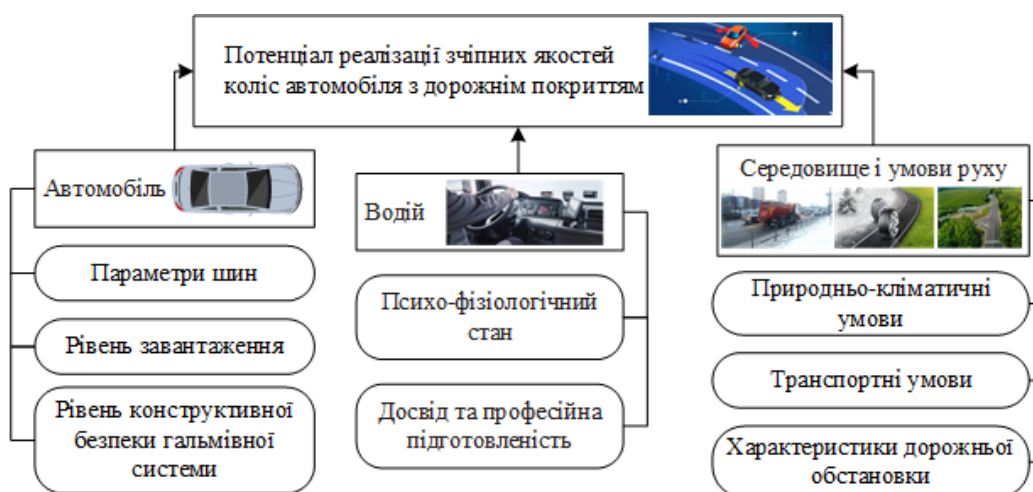


Рисунок 2 – Фактори впливу на реалізацію зчіпних властивостей коліс автомобіля з дорожнім покриттям

З метою встановлення впливу конструкції гальмівної системи ТЗ (наявність антиблокувальної системи гальм ABS, асистента гальмування ВА) та типу використовуваних шин на ефективність екстреного гальмування було проаналізовано протоколи випробувань ТЗ категорії М1: без ABS – 51 од., з ABS – 63 од., з ABS та ВА – 48 од. Результати узагальнення експериментальних даних у середовищі MS Excel, отримані для 95% рівня довіри, подано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Узагальнені показники усталеного сповільнення в м/с² зі швидкості 40 км/год

Тип шин робота ABS, ВА Дорожнє покриття	Літні шини			Зимові шини			Рекомендоване значення [7]
	без ABS	з ABS	з ABS, ВА	без ABS	з ABS	з ABS, ВА	
Сухий асфальтобетон ¹	7,76	8,29	9,36	7,55	8,03	9,18	7,5
Мокрий асфальтобетон ¹ (плівка 0,2мм)	5,86	6,71	7,16	6,14	6,83	7,21	5
Укочений сніг ²	–	–	–	2,98	3,11	3,28	2,5
Ожеледиця ²	–	–	–	1,65	1,8	1,9	1,5

1 – при температурі навколишнього середовища 6-15°C;

2 – при температурі навколишнього середовища 0°C і нижче.

З таблиці 1 видно, що літні шини мають кращі на 2,7% показники сповільнення при гальмуванні ніж зимові на сухому асфальтобетонному покритті. На мокрому асфальтобетонному покритті (плівка 0,2мм) зимові шини кращі на 2,4% ніж літні за значеннями усталеного сповільнення автомобілів. Дана тенденція буде зростати зі збільшенням товщини водяної плівки [6]. Узагальнені експериментальні значення усталеного сповільнення відрізняються від рекомендованих середньостатистичних даних для експертизи ДТП від 0,7 до 44,2%. Це суттєво для формування експертних висновків щодо конкретної ДТП.

З рисунку 3 видно, що показники гальмівного шляху для зимових шин та літніх на сухому асфальтобетонному покритті майже однакові (різниця між ними знаходиться в межах 0,5%). Гальмівний шлях ТЗ з удосконаленням конструкції гальмівних систем зменшується. Так при швидкості 40 км/год різниця показників для ТЗ з ABS та BA і ТЗ без ABS складає біля 11% (ТЗ з ABS і ТЗ без ABS – біля 4%), а при швидкості 100 км/год – біля 28% (18%). Зі збільшенням початкової швидкості гальмування ця тенденція буде зростати.

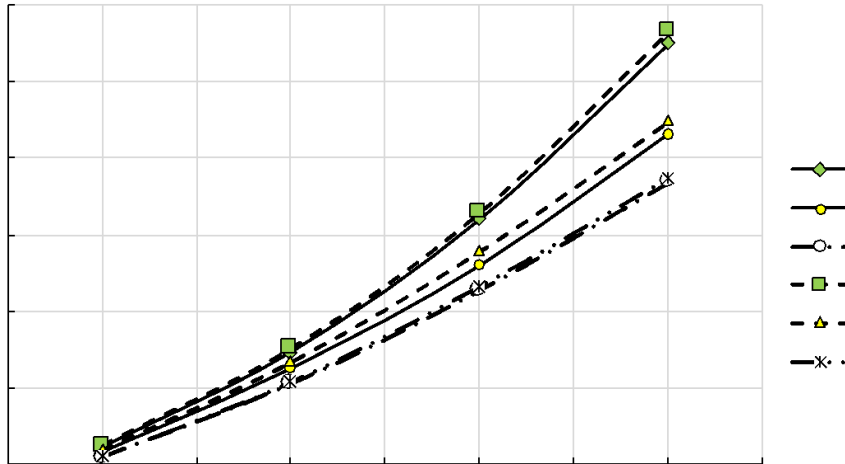


Рисунок 3 – Узагальнені показники гальмівного шляху ТЗ категорії М1 на сухому асфальтобетоні

Висновки. Екстремне гальмування автомобіля є складним динамічним процесом, який залежить від багатьох випадкових факторів, що характеризують фізіологічні особливості водія, конструкцію та умови руху автомобіля в навколишньому середовищі. Процес гальмування дуже добре описується нормальним законом та є стохастичним. Врахування конструкції ГС ТЗ дозволяє мінімізувати похибку моделювання показників ефективності екстремного гальмування сучасних автомобілів. Це підвищить точність та якість автотехнічних досліджень при експертизі дорожньо-транспортних пригод.

Література

1. Кашканова А. А., Біліченко В. В. Аспекти забезпечення безпеки дорожнього руху в транспортних системах міст України. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2024. №1(22). С. 170-181. DOI: 10.36910/automash.v1i22.1358.
2. Статистика. Патрульна поліція України. Веб-сайт. URL: <https://patrolpolice.gov.ua/statystyka/>.
3. Кашканов А. А. Технології підвищення ефективності автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2018. 160 с.
4. Brach M. R., Guzek M., Lozia Z. Uncertainty of road accident reconstruction computations, [in:] Proceedings of the 16th Annual EVU Congress, Institute of Forensic Research Publisher, Kraków 2007, P. 35–50.
5. Bartlett W., Fonda A. Evaluating uncertainty in accident reconstruction with finite differences, SAE Technical Paper No. 2003-01-0489, Warrendale, PA, 2003, doi:10.4271/2003-01-0489.
6. Кашканов А. А. Методика оцінювання і зменшення невизначеності в задачах автотехнічної експертизи дорожньо-транспортних пригод. Вісник машинобудування та транспорту. 2020. №1(11). С. 71-78. doi: 10.31649/2413-4503-2020-11-1-71-78.
7. Науково-методичні рекомендації з питань підготовки та призначення судових експертиз та експертних досліджень (у редакції наказу Міністерства юстиції України від 26.12.2012 № 1950/5 зі змінами № 1414/5 від 13.05.2024).
8. European Network of Forensic Science Institutes. Best Practice Manual for Road Accident Reconstruction, ENFSI, ENFSI-BPM-RAA-01. Version 01 - November 2015. http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/4._road_accident_reconstruction_0.pdf.
9. Кашканова А. А. Застосування нечіткої нейронної мережі для визначення інформативності факторів впливу на реалізацію зчпної здатності дороги і шини. Вісник машинобудування та транспорту. 2022. №1(15). С. 88-99. <https://doi.org/10.31649/2413-4503-2022-15-1-88-99>.
10. VZM 300. МАНА. URL: <https://maha.com.ua/diahnostychni-linii/vzm-300-300>.