

НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ЗНАЧЕНЬ УСТАЛЕНОГО СПОВІЛЬНЕННЯ ТА ГАЛЬМІВНОГО ШЛЯХУ В РОЗСЛІДУВАННІ ДОРОЖНЬО-ТРАНСПОРТНИХ ПРИГОД

Розглянуті питання невизначеності значень усталеного сповільнення та гальмівного шляху при проведенні експертиз дорожньо-транспортних пригод, та її вплив на інтерпретацію аналітичних результатів досліджень і розрахунків.

ДСТУ 3649:2010 «Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання» встановлює показники ефективності гальмування: сповільнення j_s та гальмівний шлях S_g . На відміну від інших параметрів, вказаних у стандарті, усталене сповільнення та гальмівний шлях – це нормативи, які повинна задовольняти гальмівна система автомобіля під час його випробувань в заданих умовах. За методикою стандарту випробування проводяться на горизонтальній ділянці дороги з рівним, сухим, чистим цементобетонним чи асфальтобетонним покриттям, початкова швидкість гальмування має бути в межах від 35 км/год до 45 км/год. Стандартом передбачений також розрахунковий метод визначення показників.

У відповідності до вимог ДСТУ 3649:2010 гальмівна система в таких дорожніх умовах повинна забезпечити нормативні значення сповільнення (табл. 1) та гальмівного шляху (табл. 2).

Таблиця 1 – Показники j_s за методом дорожніх випробувань

Категорія КТЗ	Усталене сповільнення j_s м/с ² , не менше ніж	Тривалість спрацьовування ГС, с, не більше ніж ⁶⁾
M ₁ , M ₁ G	5,0	0,8 ⁵⁾
M ₂ , M ₂ G, M ₃ , M ₃ G	5,0 ¹⁾	
N ₁ , N ₁ G	5,0 ²⁾	
N ₂ , N ₂ G, N ₃ , N ₃ G	4,5 ³⁾	
O ₂ , O ₃ , O ₄	4,3 ⁴⁾	
¹⁾ Для КТЗ, не обладнаних антиблокувальною ГС, $j_s \geq 4,8$ м/с ² . ²⁾ Для КТЗ, випуску до 1988 р., $j_s \geq 4,5$ м/с ² . ³⁾ Для КТЗ, випуску до 1988 р., $j_s \geq 4,3$ м/с ² . ⁴⁾ Для КТЗ, випуску до 1988 р., $j_s \geq 4,0$ м/с ² . ⁵⁾ Для КТЗ та автопоїздів із гідравлічним приводом - не більше ніж 0,5 с. ⁶⁾ Для КТЗ, випуску до 1988р., можливе збільшення нормативу тривалості спрацьовування на 10 %.		

Під час випробувань в дорожніх умовах усталене сповільнення або вимірюється безпосередньо при гальмуванні за допомогою відповідного приладу (пряме вимірювання), або розраховується за результатами вимірювання інших величин (непряме вимірювання). В обох випадках результат вимірювання сповільнення повинен містити оцінку похибки, виконану особою, що проводила випробування. Пункт 7.4.7 стандарту встановлює, що похибка визначення усталеного сповільнення (тобто похибка його вимірювання $\pm \Delta j$) не

повинна перевищувати $\pm 4,0 \%$. Таким чином, з врахуванням гранично допустимої похибки, виміряне значення сповільнення автомобіля може знаходитись в інтервалі $j \pm \Delta j$. Наприклад, для легкового автомобіля зі справною гальмівною системою у відповідності до табл. 1 мінімальне значення $j = 4,75 \dots 5,25 \text{ м/с}^2$ або $(5 \pm 0,25) \text{ м/с}^2$. Це означає, що легковий автомобіль, у якого виміряне значення сповільнення складає не $5,0 \text{ м/с}^2$, а $4,75 \text{ м/с}^2$ і більше, слід вважати таким, що витримав випробування за параметром «усталене сповільнення». Але ці нормативні показники величини усталеного сповільнення тільки встановлюють межу між справною та несправною гальмівною системою ТЗ і не дають повної інформації про процес гальмування автомобіля під час ДТП. Якщо оцінка похибки вимірювання сповільнення виконана, але похибка перевищує допустимі стандартом границі, то результати випробувань вважаються такими, що не відповідають метрологічним вимогам стандарту.

Таблиця 2 – Показники за методом дорожніх випробувань

Тип КТЗ	Категорія КТЗ (тягача)	Гальмівний шлях (S_g) для початкової швидкості гальмування (V_0), не більше ніж, м ¹⁾	
		$V_0 = 40 \text{ км/год}$	$V_0 \neq 40 \text{ км/год}$
Одиночні	M ₁	14,7	$V_0 \times (0,10 + V_0 / 150)$
	M ₂ , M ₃ , N ₁ , N ₂	18,3	$V_0 \times (0,15 + V_0 / 130)$
	N ₃	19,5	$V_0 \times (0,18 + V_0 / 130)$
Автопоїзди	M ₁	16,6	$V_0 \times (0,15 + V_0 / 150)$
	N ₁ , N ₂ , N ₃	19,5	$V_0 \times (0,18 + V_0 / 130)$

¹⁾ Для КТЗ, випуску до 1988 р., допускають збільшення нормативу гальмівного шляху на 10 %.
Примітка. За потреби, значення гальмівного шляху обчислюють за параметрами гальмівної діаграми відповідно до додатка Б ДСТУ 3649:2010.

Оцінку невизначеності можна виконати для норми гальмівного шляху. У пункті 7.4.7 ДСТУ 3649:2010 вказано, що похибка вимірювання гальмівного шляху не повинна перевищувати $\pm 5,0 \%$. А отже стандарт вважає таку похибку визначення гальмівного шляху допустимою. Тоді, з врахуванням допустимої похибки, гальмівний шлях автомобіля $S_g \pm \Delta S_g$ під час випробувань у вказаних вище умовах повинен бути не більше:

- для категорії M₁ – $(14,7 \pm 0,7) \text{ м}$;
- для категорій M₂, M₃, N₁, N₂ – $(18,3 \pm 0,9) \text{ м}$;
- для категорії N₃ – $(19,5 \pm 1,0) \text{ м}$.

Загальним недоліком розрахункового методу визначення показників ефективності гальмування є використання параметрів, величина кожного з яких знаходиться в деякому діапазоні. За даними проф. Іларіонова В.А., значення усталеного сповільнення автомобіля, що буде розраховане двома різними експертами, може відрізнитися за величиною на 30 %. Тому, починаючи з 80-х років, щоб уникнути значних розбіжностей у розрахунках, експертам пропонується керуватися систематизованими середньостатистичними даними при визначенні усталеного сповільнення ТЗ на горизонтальній поверхні дороги [1-7].

Значення параметрів гальмівної ефективності автомобіля можна визначити в процесі експериментального випробування з використанням спеціального устаткування. Для дослідження гальмівної динаміки автомобіля в дорожніх умовах широко використовуються три основні способи вимірювання: за допомогою приладу «п'яте колесо»; з використанням оптичного датчика; з використанням деселерометра (датчика прискорення).

Головна перевага вимірювальної системи з «п'ятим колесом» її невисока вартість і точність виміру. Прилад «п'яте колесо» служить для вимірювання пройденого шляху з подальшим розрахунком швидкості, сповільнення й гальмового шляху автомобіля. Істотний недолік такого способу виміру полягає в утрудненні кріплення до автомобіля приладу «п'яте колесо» і великих габаритах та маси цього приладу в порівнянні з пристроями, що використовують інші способи вимірювання [1]. Відносні похибки вимірювання системи «п'яте колесо» такі [8]:

- швидкості – $\pm 0,5\%$;
- пройденого шляху – $\pm 0,5\%$;
- прискорення – $\pm 1,5\%$.

Використання оптичного датчика, який на кронштейнах з присосками кріпиться до кузова автомобіля, вигідно відрізняється тим, що він передбачає безпосередню обробку одержаної інформації в цифровому вигляді на комп'ютері. Датчик може виконувати вимірювання пройденого шляху з точністю до 0,1 %. Найважливішою перевагою цього способу вимірювання є можливість швидкого монтажу приладів системи на автомобілі будь-якого виду та класу. Одна з проблем, яка розв'язується розробниками цієї системи, полягає в необхідності зменшення похибки вимірювання при низьких і високих швидкостях руху. Визначення параметрів руху автомобіля вимірювальними системами з оптичними датчиками швидкості чи GPS-приймачем здійснюється безконтактно, але в першому випадку велика ймовірність збоїв під час роботи на деяких видах покриттів, наприклад на льоду в сонячну погоду, а також на мокрих поверхнях, під час проїзду над калюжами тощо, а в другому випадку може не забезпечуватися необхідна точність вимірювання.

Третій спосіб вимірювання динамічних властивостей гальмуючого автомобіля передбачає використання деселерометра (датчика прискорення), який дозволяє отримати гальмівні діаграми, виміряти силу натискання на педаль гальма. Сучасні деселерометри мають похибку вимірювання сповільнення $\pm (1\div 4)\%$ [9-11].

Під час визначення гальмівного шляху розрахунковим методом найбільший вклад у невизначеність значень гальмівного шляху вносять похибки вимірювання початкової швидкості (3,75%), усталеного сповільнення (3,2%), часу зростання сповільнення (1,64%), часу спрацьовування гальм (1,02%) [12].

У разі використання систематизованих середньостатистичних даних під час визначення усталеного сповільнення ТЗ на горизонтальній поверхні дороги [1-7], слід враховувати, що вони отримані при випробуваннях застарілих конструкцій автомобілів радянського виробництва і на даний час вимагають доповнення й подальшого методичного розвитку з урахуванням вдосконалення гальмівної системи автомобіля. Це підвищить точність експертних розрахунків та обґрунтованість висновків у цілому.

Існуюча методика випробувань із визначення ефективності робочої гальмівної системи по суті створює оптимальні умови для оцінки ефективності гальмування автомобіля. Тому в перспективі є необхідність у розробці методики слідчого експерименту з визначення

гальмівної ефективності автомобіля, що буде пристосована до умов, максимально наближених до будь яких обставин ДТП.

Список літературних джерел

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. Суворов Ю. Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП: Учеб. пособие / Ю. Б. Суворов. – М. : Экзамен, 2003. – 208 с.
3. Тартаковский Д. Ф. Проблемы неопределенности данных при экспертизе дорожно-транспортных происшествий / Д. Ф. Тартаковский. – СПб. : Юридический центр Пресс, 2006. – 268 с. – ISBN 5-94201-409-4.
4. Сумець О. М. Основи експертизи дорожньо-транспортних пригод: автотехнічна експертиза : Навчальний посібник / О. М. Сумець, В. Ф. Голодий. – К.: Хай-Тек Прес, 2008. – 160 с. – ISBN 978-966-2143-18-8.
5. Экспертиза ДТП: методы и технологии / С. А. Евтюков, Я. В. Васильев. – С.-Петербург: СПбГАСУ, 2012. – 310 с.
6. Иларионов, В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий [Текст]: учебник для вузов / В.А. Иларионов. – М.: Транспорт, 1989. – 255 с.
7. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод. / Галаса П. В., Кисельов В. Б., Куйбіда А. С. [та інші]; за заг. ред. П. В. Галаси – К. : Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.
8. Peiseler test systems DB-PRINT with additional operating features – [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.peiseler-gmbh.de/download/DBP%20V2.02_prosp_eng.pdf (дата звернення 20.03.2016). – Назва з екрана.
9. Кашканов В.А. Інтелектуальна технологія ідентифікації коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП : монографія / В.А. Кашканов, В.М. Ребедаєло, А.А. Кашканов, В.П. Кужель – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 128 с.
10. Спинов, А.Р. Учебные дорожные испытания автомобиля: методические указания к лабораторным работам по курсу «Теория наземных транспортно-технологических средств» / А.Р. Спинов, С.Р. Кристальный, Н.В. Попов. – М.: МАДИ, 2015. – 48 с.
11. Сараєв А. В. Інформаційне і метрологічне забезпечення аналогово-цифрового вимірювального комплексу для дослідження експлуатаційних властивостей автомобіля / А. В. Сараєв // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – Х.: Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут”, 2014. – №2(66). – С. 155-162.
12. Жарко Ю.Г. Оценивание неопределенности измерений тормозного пути при испытаниях автотранспортных средств / Ю.Г. Жарко, И.П. Захаров, С.Н. Сакало // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Х.: Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2012. – Вип. 1 (99). – С. 70-73.

Кашканов Андрій Альбертович – к.т.н., доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет.