

УДК 629.3.017.5+681.523.5

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АНТИБЛОКУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

**В.І. Клименко, професор, к.т.н., О.В. Сарасєв, доцент, к.т.н., І.А. Давіденко,**  
начальник відділення автотехнічних досліджень, Науково-дослідницький  
експертно-криміналістичний центр управління міністерства внутрішніх справ  
України у Харківській області

*Анотація.* Експериментально доведено, що уповільнення легкових автомобілів, які обладнані антиблокувальною системою гальм, на 7,7–17% перевищує табличні статистичні дані, які рекомендовано використовувати в автотехнічній експертизі.

*Ключові слова:* експертиза, антиблокувальна система, уповільнення, гальмування.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ АНТИБЛОКИРОВОЧНОЙ СИСТЕМИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОРМОЖЕНИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

**В.И. Клименко, професор, к.т.н., О.В. Сарасєв, доцент, к.т.н.,**  
**И.А. Давиденко, начальник отдела автотехнических исследований, Научно-**  
**исследовательский экспериментально-криминалистический центр управления**  
**Министерства внутренних дел в Украины в Харьковской области**

*Аннотация.* Экспериментально доказано, что в установившееся замедление легковых автомобилей, оборудованных антиблокировочной системой тормозов, на 7,7–17% превышает табличные статистические данные, рекомендуемые для использования в автотехнической экспертизе.

*Ключевые слова:* экспертиза, антиблокировочная система, замедление, торможение.

## INVESTIGATION OF ANTILOCK BRAKE SYSTEM EFFECT ON PASSENGER CAR BRAKING EFFICIENCY

**V. Klimenko Professor, Candidate of Technical Science, A Sarayev, Associate Professor,**  
**Candidate of Technical Science, I. Davidenko, Head of Autotechnic**  
**Researches Department of State, Scientific Research Expert Criminalistic**  
**Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Kharkiv Region**

*Abstract.* It has been experimentally proved that in case of emergency braking the constant deceleration of passenger cars equipped by antilock brake system exceeds the tabulated statistical data by 7,7–17 % that is recommended to apply at technical expertise at traffic accident causes investigation.

*Key words:* autotechnic expertise, traffic accident, antilock brake system, braking distance, constant deceleration, emergency braking.

## Вступ

Відомо, що найточніші значення величини уповільнення транспортних засобів можна одержати при проведенні слідчого експерименту в дорожніх умовах. Однак провести такі дослідження не завжди можливо із відомих причин, наприклад, автомобіль після дорожньо-транспортної події (ДТП) може мати значні пошкодження. У такому разі експертом використовуються табличні значення уповільнення автомобіля, що не виключають технічної помилки.

## Аналіз публікацій

Це проблемне питання оцінки ефективності гальмування транспортних засобів, що обладнані антиблокувальною системою гальм, розглянуто у літературі [1, 2], але рекомендацій, які б були потрібними для експертної практики не запропоновано.

У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди водій повинен застосувати екстрене гальмування. Якщо при екстремому гальмуванні першими блокуються передні колеса, то автомобіль втрачає керуваність, але рухається у заданому до гальмування напрямку, не зважаючи на поворот рульового колеса. У випадку, коли блокуються першими задні колеса, автомобіль втрачає стійкість і виникає занос задньої осі. Щоб уникнути первинного блокування коліс задньої осі у конструкції гальм автомобіля використовується регулятор гальмівних сил (РГС).

Очевидно, що для підвищення безпеки руху конструкція гальмівної системи ТЗ повинна взагалі не допускати блокування коліс. Такі гальмівні системи почали масово використовуватися на автомобілях у кінці ХХ сторіччя.

Anti Blockier System (ABS) – антиблокувальна система (АБС) призначена для запобігання блокування коліс автомобіля при гальмуванні з максимальною ефективністю. Завдяки застосуванню АБС підвищується ефективність гальмування ТЗ особливо на дорогах з низьким коефіцієнтом зчеплення, покращується стійкість і керуваність автомобіля, зменшується знос шин.

Функціонування АБС забезпечує циклічне розгальмовування і гальмування коліс за визначеним алгоритмом для підтримки їх робо-

ти з максимальною реалізацією гальмівного моменту без блокування коліс. Розвиток антиблокувальних систем привів до вироблення стандартних конструктивних рішень. Так, наприклад, сучасна АБС «Bosch» версії 5.0 є чотирьох каналною [3]. Кожний мікроконтролер розраховує необхідні для регулювання параметри тільки за інформацією від індивідуальних колісних датчиків. З швидкостей коліс виводиться прослизання, квазіпропорційно до усередненої лінійної швидкості автомобіля. Відфільтрована похідна за часом від опорної швидкості приймається за уповільнення автомобіля. Дані величини служать параметрами регулювання АБС.

Сучасні гальмівні системи з АБС обладнуються додатковими пристроями – це Elektronische Bremskraftverteilung і Brake Assistant. Elektronische Bremskraftverteilung (EBV) – це електронний розподільник гальмівних сил, який призначено для розподілу гальмівних сил у момент початку гальмування автомобіля, коли під дією сил інерції, відбувається частковий перерозподіл навантаження між колесами передньої і задньої осі. EBV, обробивши дані, що одержуються від датчиків АБС і датчика, що визначає положення педалі гальма, впливає на гальмівну систему і перерозподіляє гальмівні сили на колесах пропорційно діючим на них нормальним навантаженням. Це робить роботу гальмівного приводу з АБС більш стабільною та ефективною. EBV вступає в дію до початку роботи АБС або при її неспрацьовуванні через несправність. Треба зазначити, що EBV більш точно слідкує за перерозподілом навантажень на осі коліс у процесі гальмування автомобіля, ніж звичайний РГС, який здійснює в основному статичне регулювання залежно від маси вантажу автомобіля. Хоча по суті EBV є сучасним аналогом РГС.

Аналіз причин ДТП з участю автомобілів, які були обладнані першими конструкціями АБС, свідчив про те, що величина сили, яку прикладає водій до гальмівної педалі у разі екстремого гальмування є недостатньою, щоб подолати силу, яка протидіяла з боку АБС і не давала натиснути на педаль гальма з максимальною ефективністю. Це було причиною збільшення гальмівного шляху і багатьох ДТП. Щоб уникнути такого негативного явища з боку АБС, був розроблений новий пристрій – це асистент гальмування (Brake Assistant, Smart Booster), який призначено для зміни швидкості подачі робочого тіла до

виконавчих апаратів гальмівної системи залежно від інтенсивності дії водія на гальмівну педаль (службове або екстрене гальмування). Цей пристрій має акселерометричний датчик, вмонтований в гальмівну педаль або підсилювач гальм, за сигналом з якого блок управління може визначити, що має місце екстрене гальмування, і включити прискорювальні апарати гальмівного приводу або змінити передавальне відношення підсилювача.

Згідно з табличними даними, якими керуються під час проведення автотехнічних досліджень, стале уповільнення легкових автомобілів у спорядженому стані на сухому асфальтобетонному покритті становить  $6,7 \text{ м/с}^2$  [4, 5] або  $7,5 \text{ м/с}^2$  [6]. Як показують експериментальні дослідження [2] фахівців Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ) гальмівна ефективність легкових автомобілів, що обладнані антиблокувальною системою гальм, на сухому асфальті перевищує табличні дані. Аналогічні результати високої ефективності гальмування сучасних легкових автомобілів до  $8,5 \text{ м/с}^2$  одержані в Росії професором Суворовим Ю.Б. [1].

#### Мета та постановка завдання

Для вирішення проблеми, пов'язаної з підвищенням точності розрахунків при проведенні судової автотехнічної експертизи, необхідно розширювати і доповнювати методичні рекомендації з визначення гальмівної ефективності легкових автомобілів, обладнаних АБС. Поставлена мета повинна розв'язуватись шляхом проведення експериментальних досліджень.

#### Експериментальне дослідження гальмівної ефективності автомобілів

Випробування з визначення ефективності робочої гальмівної системи автомобілів, що обладнані АБС, проводилися з урахуванням чинного в Україні галузевого стандарту ОСТ37.001.067-86. На прямій ділянці дороги з горизонтальним і поздовжніми ухилами, які не перевищують 0,5%, покриття асфальтобетонне, сухе і чисте, що забезпечує високий коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою  $\phi \geq 0,7$ . Випробування проводилися при температурі від +8 до +12 °С і швидкості вітру 3–5 м/с.

В якості об'єктів випробувань були вибрані довільно 3 моделі легкових автомобілів (рис. 1), що експлуатуються в Україні. Це легковий автомобіль малого класу Mitsubishi Lancer, автомобіль середнього класу Ford Mondeo та позашляховик Mitsubishi Padjero Vagon. Всі ці автомобілі відносяться до категорії  $M_1$ .

На автомобілі Mitsubishi Lancer 2008 року випуску була встановлена гума марки Barum Polaris 2. Автомобіль Ford Mondeo 2006 року випуску мав гуму марки Hankong Prima Ventus. Позашляховик Mitsubishi Padjero Vagon 2006 року випуску з автоматичною коробкою передач був обладнаний гумою Goodrich BF Macadam.

Для підвищення точності вимірювання уповільнення автомобіля експеримент проводився одночасно двома приладами – це прилад російського виробництва «ЕФЕКТ» і польського виробництва АМХ 520 фірми AUTOMEX. Під час випробувань прилад «ЕФЕКТ» закріплювався вертикально на боковому склі автомобіля, а прилад АМХ 520 розташовувався на підлозі автомобіля вздовж його повздовжньої осі.

Гальмові випробування проводилися за наступним алгоритмом. Вмикалися обидва прилади, які незалежно фіксували вимірювання, після чого автомобіль розганявся до заданої швидкості 40 км/год і здійснювалось екстрене гальмування. На кожному автомобілі виконувалося чотири гальмування – по два в кожен бік ділянки дороги.

Приладом «Ефект» в автоматичному режимі вимірювалося зусилля на педалі гальма, час спрацьовування гальмівної системи, стале уповільнення і гальмівний шлях. Після випробувань розраховувалося середньостатистичне значення цих величин.

Прилад АМХ 520 фірми AUTOMEX вимірював величину уповільнення автомобіля від початку до кінця гальмування і автоматично фіксував процес гальмування графічно і в текстовому файлі. Далі шляхом обробки цих текстових файлів в програмному середовищі Excel обчислювалося стале уповільнення. Слід зауважити, що в ході експерименту не враховувалися величини миттєвого уповільнення і середня величина уповільнення за весь цикл гальмування, які приладом АМХ

520 фірми AUTOMEX визначаються автоматично. Оскільки облік цих значень не передбачений вітчизняними та міжнародними стандартами і правилами.

Всі результати випробувань виконані за допомогою обох приладів, занесені в табл. 1–3.

Таблиця 1 Результати випробування автомобіля Mitsubishi Lancer

Найменування параметра	Значення параметра				Середнє значення
Гальмівний шлях (вимірний), м	8.9	10.4	14.7	13.6	11,9
Гальмівний шлях (розрахована), м	14.9	14.7	20.6	18	17,05
Стале уповільнення за прибором «Эффект», м/с <sup>2</sup>	7.88	6.41	7.62	7.75	7,415
Час спрацювання гальмівної системи, с	0,22	0,22	0,6	0,45	0,37
Сила на педалі гальм, Н	320	140	250	360	267,5
Швидкість автомобіля, км/год	38,6	38,4	46,5	43	41,63
Стале уповільнення за прибором АМХ 520, м/с <sup>2</sup>	7.41	6.6	7.94	-	7.31

Таблиця 2 Результати випробування автомобіля Mitsubishi Padjero Vagon

Найменування параметра	Значення параметра				Середнє значення
Гальмівний шлях (вимірний), м	-	-	-	-	-
Гальмівний шлях (розрахована), м	-	-	-	-	-
Стале уповільнення за прибором «Эффект», м/с <sup>2</sup>	8,2	-	8,97	8,97	8,71
Час спрацювання гальмівної системи, с	-	-	-	-	-
Сила на педалі гальм, Н	720	-	500	512	577,4
Швидкість автомобіля, км/год	-	-	-	-	-
Стале уповільнення за прибором АМХ 520, м/с <sup>2</sup>	8.61	-	-	9.1	8.8

Таблиця 3 Результати випробування автомобіля Ford Mondeo

Найменування параметра	Значення параметра				Середнє значення
Гальмівний шлях (вимірний), м	10,8	9,8	10,2	11,5	10,57
Гальмівний шлях (розрахована), м	17,6	17,6	16,8	19,2	17,8
Стале уповільнення за прибором «Эффект», м/с <sup>2</sup>	7,69	7,75	8,65	9,8	8,47
Час спрацювання гальмівної системи, с	0,15	0,15	0,30	0,37	0,24
Сила на педалі гальм, Н	660	850	370	590	617,5
Швидкість автомобіля, км/год	42,5	42,5	41,4	44,6	42,75
Стале уповільнення за прибором АМХ 520, м/с <sup>2</sup>	7.44	7.84	-	8.97	8.08



Рис. 1. Автомобілі, які брали участь у гальмівних випробуваннях

Згідно з виконаними вимірюваннями на сухому рівному асфальтобетонному покритті значення величини сталого уповільнення для автомобілів, обладнаних антиблокувальною системою гальм, з урахуванням свідчень обох приладів в середньому становить  $8,13 \text{ м/с}^2$ , що на 7,7–17% перевищує табличні дані  $6,7 \text{ м/с}^2$  або  $7,5 \text{ м/с}^2$ , які рекомендовано використовувати у судовій експертизі.

### Висновки

Експериментально доведено, що на сухому рівному асфальтобетонному покритті величина сталого уповільнення автомобіля, який обладнаний антиблокувальною системою гальм, може перевищувати на 7,7–17% табличні дані, які рекомендовані до використання у судовій автотехнічній експертизі.

На підставі виконаних досліджень гальмівної ефективності автомобілів слід дати наступну рекомендацію для експертної практики. Оцінювати стале уповільнення легкових автомобілів, які обладнано антиблокувальною системою гальм, необхідно, по можливості, експериментально за допомогою спеціальних приладів, що підвищить точність експериментальних розрахунків та обґрунтованість висновків.

Для потреб автотехнічної експертизи в Україні з метою отримання більш точних статистичних даних величини сталого уповільнення автомобілів, обладнаних антиблокувальною системою гальм, необхідне проведення подальших експериментальних досліджень із застосуванням методів математичної статистики.

### Література

1. Суворов Ю.Б. Судебная дорожно-транспортная экспертиза. Судебно-экспертная оценка действий водителей и других лиц, ответственных за обеспечение безопасности дорожного движения, на участках ДТП: учебное пособие для вузов / Ю.Б. Суворов. – М.: Изд-во «Экзамен», изд-во «Право и закон», 2004. – 208 с.
2. Туренко А.Н. Автотехническая экспертиза: учебное пособие / А.Н. Туренко, В.И. Клименко, А.В. Сараев. – Харьков: ХНАДУ, 2007. – 156 с.
3. Автомобильный справочник; пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.
4. Иларионов В.А. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий: учебник для вузов / В.А. Иларионов. – М.: Транспорт, 1989. – 256 с.
5. Судебная автотехническая экспертиза. В 2-х ч. ; под научн. руков. В.А. Иларионова. – Ч. 2. – М.: Министерство юстиции СССР, 1980. – 492 с.
6. Результаты систематизации экспериментально-расчетных значений параметров торможения автотранспортных средств / Ю.Б. Суворов, Ю.И. Маркошвили // Экспертная практика и новые методы исследования: информационный сборник ВНИИ судебных экспертиз. – 1990. – Вып. 3. – 29 с.

Рецензент: В.П. Волков, профессор, д.т.н., ХНАДУ

Стаття надійшла до редакції 19 травня 2011 р.