

СУДОВА ІНЖЕНЕРНО-ТРАНСПОРТНА ЕКСПЕРТИЗА

М. С. Корчан, кандидат юридичних наук,
старший науковий співробітник,
О. В. Сараєв, доцент кафедри автомобілів
Харківського національного автомобільно-
дорожнього університету, кандидат
технічних наук

ВПЛИВ АНТИБЛОКУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ГАЛЬМУВАННЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Розглянуто принципові схеми антиблокувальної системи гальм легкових автомобілів, їхній вплив на ефективність гальмування.

Рассмотрены принципиальные схемы антиблокировочной системы тормозов легковых автомобилей, их влияние на эффективность торможения.

На сьогодні значна частина дорожніх транспортних засобів (ТЗ), що експлуатуються в Україні, обладнана антиблокувальною системою гальм. Але в експертній практиці відсутні будь-які рекомендації щодо обрання або розрахунку величини уповільнення ТЗ, обладнаних антиблокувальною системою гальм.

Відомо, що найточніші значення величини уповільнення транспортних засобів одержуються при проведенні слідчого експерименту в дорожніх умовах, аналогічних моменту дорожньо-транспортної пригоди (ДТП). Однак провести такі дослідження не завжди можливо із відомих причин у разі наявності в автомобілі після ДТП значних пошкоджень та ін. У цьому разі експерт використовує табличні значення уповільнення автомобіля, що не виключає помилки при дослідженні фактичних обставин ДТП. Це проблемне питання стосовно оцінювання ефективності гальмування ТЗ, обладнаних антиблокувальною системою гальм, розглядалося в літературі¹, але рекомендації, які були б доцільними для експертної практики, не запропоновано.

У разі виникнення небезпеки для руху або перешкоди водій повинен застосувати екстрене гальмування. Якщо при екстремому

¹ Див.: *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. пособ. для вузов / Ю. Б. Суворов. — М. : Экзамен, Право и закон, 2004. — 208 с.; *Туренко А. Н.* Автотехническая экспертиза : учебн. пособ. / А. Н. Туренко, В. И. Клименко, А. В. Сараев. — Х. : ХНАДУ, 2007. — 156 с.

гальмуванні першими блокуються передні колеса, то автомобіль утрачає керованість, але рухається в заданому до гальмування напрямку, незважаючи на поворот рульового колеса. У разі коли першими блокуються задні колеса, автомобіль утрачає стійкість і виникає занос задньої осі. Аби уникнути первинного блокування коліс задньої осі в конструкції гальм автомобіля використовується регулятор гальмівних сил (РГС). Очевидно, що для підвищення безпеки руху конструкція гальмівної системи ТЗ повинна взагалі не припускати блокування коліс. Такі гальмівні системи почали масово використовуватися на автомобілях наприкінці ХХ ст.

Розглянемо ці системи. Anti Blokier System (ABS) – антиблокувальна система (АБС) призначена для запобігання блокуванню коліс автомобіля при гальмуванні з максимальною ефективністю. Завдяки застосуванню АБС підвищується ефективність гальмування ТЗ, особливо на дорогах з низьким коефіцієнтом зчеплення, поліпшуються стійкість і керованість автомобіля, зменшується зношення шин.

Функціонування АБС забезпечує циклічне розгальмовування й гальмування коліс за визначеним алгоритмом для підтримання роботи з максимальною реалізацією гальмівного моменту без блокування коліс. Антиблокувальна система є замкнутою автоматичною системою керування інтегрованою в гальмівний привод автомобіля, до якої належить вимірювальна частина, яка складається з колісних датчиків, електронного блоку керування та виконавчої частини, що включає гідронасос з перепускними електроклапанами (рис. 1).

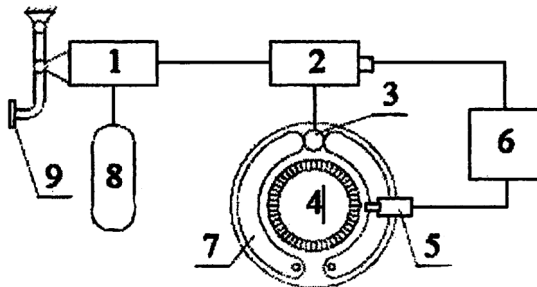


Рис. 1. Принципова схема АБС: 1 – головний гальмівний циліндр; 2 – виконавча частина АБС; 3 – робочий гальмівний циліндр; 4 – колесо автомобіля; 5 – колісний датчик АБС; 6 – електронний блок керування; 7 – гальмівний механізм; 8 – ємність робочого тіла; 9 – педаль гальма

Розвиток антиблокувальних систем спричинив розроблення стандартних конструктивних рішень, а також їхнє значне вдосконалення (рис. 2).

Сучасна АБС «Bosch» версії 5.0 є чотирикаанальною¹. Кожний

¹ Див.: Автомобильный справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : За рулем, 2004. — 992 с.

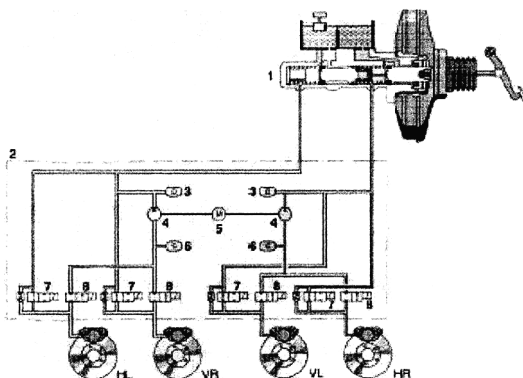


Рис. 2. АБС фірми «Bosch»: 1 – головний гальмівний циліндр; 2 – гідроагрегат; 3 – демпферні камери; 4 – насоси; 5 – електродвигун; 6 – гідроакумулятори; 7 – клапани впускні; 8 – клапани випускні; V – передні колеса; H – задні колеса; L – ліві колеса; R – праві колеса

мікроконтролер розраховує необхідні для регулювання параметри тільки за інформацією від індивідуальних колісних датчиків. Із значень швидкостей коліс виводиться прослизання квазіпропорційно до усередненої лінійної швидкості автомобіля. Відфільтрована похідна за часом від опорної швидкості приймається за уповільнення автомобіля. Ці величини є параметрами регулювання АБС.

При обладнанні автомобіля АБС можливо використання таких способів регулювання ковзання коліс:

- низькопорогове регулювання (Select Low – SL), тобто регулювання, що передбачає подачу команд на розгальмовування й загальмовування обох коліс осі одночасно за сигналом датчика колеса, що знаходиться в гірших за зчепленням умовах («слабке» колесо);

- високопорогове регулювання коліс однієї осі (Select High – SH), коли сигнал подається датчиком «сильного» колеса, тобто такого, що знаходиться в кращих за зчепленням умовах;

- індивідуальне регулювання гальм кожного колеса окремо (Individual Regulation – IR);

- модифіковане індивідуальне регулювання (Modified Individual Regulation – MIR) – компромісне регулювання між SL і IR. Особливість MIR полягає в тому, що керування передньою віссю автомобіля відбувається за індивідуальним регулюванням; а задньої – спочатку за низькопороговим, а потім поступово відбувається перехід до високопорогового регулювання. Таке регулювання поступається IR, але має кращі характеристики порівняно з SL і SH.

Сучасні гальмівні системи з АБС обладнуються додатковими пристроями – Electronic Distribution of Braking Forces (німецьк. Elektronische Bremskraftverteilung – EBV) і Brake Assistant.

Electronic Distribution of Braking Forces – це електронний блок, призначений для розподілу гальмівних сил у момент початку гальмування автомобіля, коли під дією сил інерції відбувається частковий перерозподіл навантаження між колесами передньої й задньої осей, система EBV, обробивши дані, що одержуються від датчиків АБС і датчика, який визначає положення педалі гальма, впливає на гальмівну систему та перерозподіляє гальмівні сили на колесах пропорційно діючим на них нормальним навантаженням. Це робить дію гальмівного приводу з АБС більш стабільною й ефективною. Слід зазначити, що система EBV більш точно стежить 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 система EBV є сучасним аналогом РГС.

Аналіз причин ДТП з участю автомобілів, обладнаних першими конструкціями АБС, свідчив про те, що величина сили, яку прикладав водій до гальмівної педалі в разі екстреного гальмування, є недостатньою, аби подолати силу, яка протидіяла з боку АБС і не давала можливості натиснути на педаль гальма з максимальною ефективністю. Це було причиною збільшення гальмівного шляху й багатьох ДТП. Аби уникнути такого негативного явища з боку АБС, було розроблено новий пристрій – асистент гальмування (Brake Assistant, Smart Booster), призначений для змінення швидкості подачі робочого тіла до виконавчих апаратів гальмівної системи залежно від інтенсивності дії водія на гальмівну педаль (службове чи екстрене гальмування). Цей пристрій має акселерометричний датчик, умонтований в гальмівну педаль або підсилювач гальм, за сигналом з якого блок керування може визначити, що має місце екстрене гальмування, і включити прискорювальні апарати гальмівного приводу чи змінити передавальне відношення підсилювача (рис. 3).

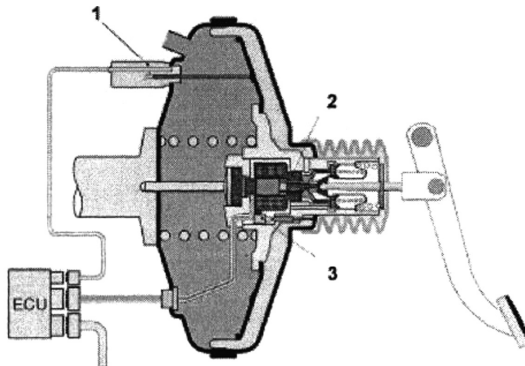


Рис. 3. Автоматичний пристрій – асистент гальмування: 1 – датчик переміщення; 2 – електромагнітний клапан; 3 – перемикач режиму посилення

З урахуванням того, що асистент гальмування фактично є апаратом гальмівного приводу та не має чітких ознак автономної системи, його можна віднести до пристрою, який входить до вдосконаленої АБС.

Для нормального функціонування АБС необхідно аби всі колеса й шини автомобіля були ідентичними за розмірами. Тиск у шинах має відповідати нормі. Тільки в разі виконання цих умов блок керування АБС може правильно оцінювати ступінь прослизання коліс при гальмуванні. Підвищений чи знижений порівняно з нормою тиск повітря в шинах або встановлення на автомобіль коліс і шин різного розміру може знизити ефективність гальмування.

Під час гальмування автомобіля, обладнаного АБС, водій відчуває на педалі гальмівну вібрацію, яка буде відчутнішою під час руху на дорозі з низьким коефіцієнтом зчеплення, наприклад, по льоду або снігу. Крім того, у салоні автомобіля можна почути характерний шум, що супроводжує роботу АБС. Цей шум є абсолютно нормальним явищем і пов'язаний з роботою насоса.

Якщо водій намагається імітувати роботу АБС, періодично відпускаючи і натискаючи на гальмівну педаль, то це може привести до зниження ефективності АБС, збільшення гальмівного шляху та стати причиною ДТП. Тому при екстремому гальмуванні автомобіля, обладнаного АБС, слід натискати на гальмівну педаль з постійним зусиллям. Це треба враховувати при експертному дослідженні гальмівних систем.

Згідно з табличними даними, якими керуються експерти під час проведення автотехнічних досліджень¹, сталі уповільнення легкових автомобілів у спорядженому стані на сухому асфальтобетонному покритті становить 6,9–7,5 м/с². Як показують експериментальні дослідження фахівців Харківського національного автомобільно-дорожнього університету² ефективність гальмівної системи легкових автомобілів, обладнаних АБС, перевищує табличні дані. Аналогічні результати високої ефективності систем гальмування сучасних легкових автомобілів до 8,5 м/с² одержані в Росії Ю. Б. Суворовим³.

Для розв'язання проблеми, пов'язаної з підвищенням точності розрахунків при проведенні судової автотехнічної експертизи, необхідно розширювати й доповнювати методичні рекомендації з визначення гальмівної ефективності легкових автомобілів, обладнаних АБС. Ця проблема має розв'язуватися шляхом проведення значних за обсягом експериментальних досліджень.

Нами проводилися випробування з визначення ефективності

¹ Див.: Экспертная практика и новые методы исследования. Результаты систематизации экспериментально-расчетных значений параметров торможения автотранспортных средств : информац. сб. в 3 ч. — М. : ВНИИСЭ, 1990. — 29 с.

² Див.: Туренко А. Н., Клименко В. И., Сараев А. В. Указ. праця.

³ Див.: Суворов Ю. Б. Указ. праця.

робочої гальмівної системи автомобілів, обладнаних АБС, 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 й чисте, що забезпечує високий коефіцієнт зчеплення колеса з дорогою $\varphi \geq 0,7$, при температурі повітря від +8 до +12 °С і його швидкості 3–5 м/с.

Об'єктами випробувань були довільно обрані три моделі легкових автомобілів (рис. 4), що експлуатуються в Україні. Це легковий автомобіль малого класу Mitsubishi Lancer, автомобіль середнього класу Ford Mondeo та позашляховик Mitsubishi Padjero Vagon. Усі ці автомобілі належать до категорії M_1 .



Рис. 4. Автомобілі, які брали участь у гальмівних випробуваннях

На автомобілі Mitsubishi Lancer 2008 р. випуску було встановлено гуму марки Barum Polaris 2. Автомобіль Ford Mondeo 2006 р. випуску мав гуму марки Hankong Prima Ventus. Позашляховик Mitsubishi Padjero Vagon 2006 р. випуску з автоматичною коробкою передач було обладнано гумою Goodrich BF Macadam.

Для підвищення точності вимірювання уповільнення автомобіля використовували одночасно два прилади: «ЕФЕКТ» (Росія) і АМХ 520 фірми AUTOMEX (Польща), які мали метрологічну атестацію. Під час випробувань прилад «ЕФЕКТ» закріплювався вертикально на боковому склі автомобіля, а прилад АМХ 520 розташовувався на підлозі автомобіля вздовж його поздовжньої осі.

Випробування гальмівної ефективності проводилися за таким алгоритмом. Умикалися обидва прилади, які незалежно фіксували вимірювання, після чого автомобіль розганявся до заданої швидкості 40 км/год і здійснювалось екстрене гальмування. На зазначених автомобілях виконувалися чотири гальмування – по два в кожний бік ділянки дороги.

Приладом «Ефект» в автоматичному режимі вимірювалися зусилля на педалі гальма, час спрацьовування гальмівної системи, стале вповільнення й гальмівний шлях. Після випробувань розраховувалися середні статистичні значення цих величин.

Приладом АМХ 520 вимірювалася величина вповільнення автомобіля від початку до кінця гальмування та автоматично фік-

сувався процес гальмування графічно й у текстовому файлі. Далі шляхом оброблення цих текстових файлів у програмному середовищі Excel обчислювалося стале вповільнення. Слід зауважити, що в перебігу експерименту не враховувалися величини миттєвого вповільнення та середня величина вповільнення за весь цикл гальмування, які приладом АМХ 520 визначаються автоматично, оскільки урахування цих значень не передбачено вітчизняними й міжнародними стандартами та правилами.

Результати проведених випробувань, які зафіксовані за допомогою обох приладів, подано в таблицях 1–3.

Таблиця 1

Результати випробувань, проведених на автомобілі Mitsubishi Lancer

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмівний шлях (вимірний), м	8,9	10,4	14,7	13,6	11,9
Гальмівний шлях (розрахований), м	14,9	14,7	20,6	18	17
Стале вповільнення за прибором «Эффект», м/с ²	7,88	6,41	7,62	7,75	7,4
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	41,6
Стале вповільнення за прибором АМХ 520, м/с ²	7,41	6,6	7,94	–	7,3

Таблиця 2

Результати випробувань, проведених на автомобілі Mitsubishi Padjero Vagon

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмівний шлях (вимірний), м	–	–	–	–	–
Гальмівний шлях (розрахований), м	–	–	–	–	–
Стале вповільнення за прибором «Эффект», м/с ²	8,2	–	8,97	8,97	8,7
Час спрацювання гальмівної системи, с	–	–	–	–	–
Сила на педалі гальм, Н	720	–	500	512	577,4
Швидкість автомобіля, км/год	–	–	–	–	–
Стале вповільнення за прибором АМХ 520, м/с ²	8,61	–	–	9,1	8,8

Таблиця 3

Результати випробувань, проведених на автомобілі Ford Mondeo

Найменування параметру	Значення параметру				Середнє значення
Гальмівний шлях (виміряний), м	10,8	9,8	10,2	11,5	10,6
Гальмівний шлях (розрахований), м	17,6	17,6	16,8	19,2	17,8
Стале вповільнення за прибором «Ефект», м/с ²	7,7	7,75	8,65	9,8	8,5
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	42,8
Стале вповільнення за прибором АМХ 520, м/с ²	7,44	7,84	–	8,97	8,08

Згідно з виконаними вимірюваннями на сухому рівному асфальтобетонному покритті значення величини сталого уповільнення для автомобілів, обладнаних АБС, з урахуванням даних обох приладів у середньому становить 8,1 м/с², що на 7,7–17 % перевищує табличні дані 7,5 або 6,9 м/с², які рекомендовано використовувати в експертній практиці.

Таким чином, рекомендації в експертній практиці з обрання табличних даних величини сталого уповільнення, одержані при випробуваннях застарілих конструкцій легкових автомобілів радянського виробництва, нині потребують доповнення й подальшого методичного вдосконалення з урахуванням сучасних конструкцій гальмівних систем автомобілів.

Виконані дослідження гальмівної ефективності автомобілів дають підстави оцінювати стале вповільнення легкових автомобілів, обладнаних АБС, по можливості, експериментально за допомогою існуючих спеціальних приладів, що підвищить точність розрахунків і обґрунтованість висновків.

Для потреб автотехнічної експертизи в Україні з метою отримання більш точних статистичних даних величини сталого вповільнення автомобілів, обладнаних АБС, необхідним є проведення подальших експериментальних досліджень з визначення параметрів ефективності гальмування із застосуванням методів математичної статистики.