

# ОСОБЛИВОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ З АБС НА РОЛИКОВОМУ СТЕНДІ

Соколов С.І., ст. гр. А-52-20,

[sokolov.flash@yandex.ua](mailto:sokolov.flash@yandex.ua)

Науковий консультант: Мармут І.А., доц., к.т.н.

**Вступ.** Всі сучасні моделі автомобілів оснащуються АБС, що виключає в процесі гальмування повне блокування коліс і непередбачену траєкторію руху. Перевірка гальмівного керування при наявності АБС, згідно ДСТУ 3649:2010, може бути виконана як у дорожніх умовах, так і на гальмівному стенді.

У першому випадку автомобіль, що рухається по рівній горизонтальній дорозі зі швидкістю вище порога відключення АБС (40 км/год), загальмовують однократним натисканням на педаль гальма в режимі екстреного гальмування, визначаючи ефективність гальм і рівномірність їхньої дії по траєкторії руху. При цьому ефективність гальмівної системи (ГС) оцінюють по гальмівному шляху до повної зупинки, а нерівномірність гальмівних сил по колесах – по прямолінійності траєкторії й відсутності слідів «юз» коліс. У другому випадку загальмовані колеса примусово прокручують стендом, одночасно вимірюючи момент або гальмівну силу на них.

На жаль, обидва ці способи недостатньо точні. Так, перевірка в дорожніх умовах не дозволяє вчасно й надійно діагностувати несправності гальмівних механізмів, оскільки автоматичне регулювання ступеня проковзування коліс у напрямку їхнього обертання при справній АБС нівелює погану роботу гальмівних механізмів. Перевірка ж на серійних силових стендах проводиться по черзі для коліс однієї осі, коли колеса іншої осі нерухомі, у зв'язку із чим гідропривід АБС має працювати в «позаштатному» режимі – і тому не працює.

**1. Діагностування гальмівних систем автомобілів, оснащених АБС на повноопорному інерційному стенді.** Одним із засобів рішення завдання діагностування ГС автомобілів з АБС є застосування модульного повноопорного інерційного роликового стенда, а також комп'ютеризованого діагностичного комплексу з наступною обробкою отриманих у процесі діагностування даних на ЕОМ із застосуванням системного методу та спеціального програмного забезпечення [1].

На роликовому стенді моделюються умови руху й гальмування, максимально подібні до реальних умов на дорозі, а також здійснюється замір параметрів у процесі діагностування та реєстрація даних, що надходять від електронного блоку керування системи бортової діагностики. Керування роботою гальмівного стенда та засобами технічної діагностики здійснює оператор-діагност. Після первинної обробки отримана інформація вводиться оператором ЕОМ у незалежну комп'ютерну частину для наступного використання як у базі знань (БЗ), так

і в базі даних (БД) при розрахунку еталонної моделі об'єкта діагностування.

Для досягнення ефекту блокування загальмованого колеса стенд обладнаний спеціальними пристроями, що виконують одночасне розвантаження колеса і змочування поверхні бігових барабанів спеціальним розчином. Однак на практиці такі стенди серійно не випускаються.

**2. Методика діагностування гальмівних систем з АБС.** З огляду на це, пропонується спосіб діагностування, що, як показують експерименти, розширить можливості передбаченої в конструкції АБС системи самодіагностування, тому що включає в програму не тільки алгоритм виявлення несправностей датчиків і електричних кіл, але й механічних пристроїв – гальмівних механізмів і пов'язаних з ними елементів.

Ідея пропонованого способу полягає в тому, що погано працююче гальмо сповільнює обертання колеса менш інтенсивно, чим добре працююче. Інакше кажучи, при гальмуванні автомобіля до грані блокування коліс, коли АБС починає циклічно скидати тиск рідини в гідравлічному приводі гальмівного механізму, колесо з погано працюючим гальмівним механізмом приходиться у стан початку блокування останнім.

Правда, тут є одне «але». Блокування колеса визначається не тільки гальмівним механізмом, але й коефіцієнтом зчеплення шини з дорогою, значення якого залежать від багатьох випадкових факторів – мікропрофілю опорної поверхні, наявності на ній пилу, бруду, вологи, бітуму тощо. Отже, моменти початку «скидання» тиску в приводі гальмівних механізмів теж носять випадковий характер. І, в принципі, може трапитися так, що справне гальмо включить АБС пізніше несправного.

Але це тільки на перший погляд. Досвід свідчить: якщо гальмівні механізми всіх коліс справні, то в повторених кілька разів випробуваннях послідовність початку скидання тиску (воно може бути виявлене підключеним до блоку керування АБС спеціальним тестером) буде визначатися тільки станом дороги під конкретним колесом. Тобто число випадків, коли кожне колесо блокується першим, другим або останнім буде приблизно однаковим. Якщо ж гальмівний механізм якогось колеса несправний, то у випробуваннях почне проглядатися цілком закономірне відставання початку спрацьовування АБС саме на цьому колесі.

А далі, щоб переконатися в статистичній значимості отриманого результату, слід розрахувати коефіцієнт конкордації отриманих у випробуваннях гальмування послідовностей моментів початку спрацьовування АБС [2, 3, 4]. І якщо конкордація є, то гальмівний механізм колеса, що блокується останнім, несправний, а якщо її немає, те й претензій до роботи гальмівних механізмів немає.

Визначення коефіцієнта конкордації й довірчої ймовірності його значення може виконуватися автоматично тестером по закладеній у ньому розрахунковій програмі.

Ефективність цього способу можна проілюструвати на конкретному прикладі – результатах п'ятикратного повторення експериментів екстреного загальмовування з фіксацією тестером послідовностей початку скидання тиску в приводі гальмівних механізмів коліс двох автомобілів (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати експерименту

№ авто-мобіля	№ досліду	Послідовність «скидання» тиску, $m$				$S_W = \sum_{i=1}^m S_{W_i}$
		Переднє праве колесо	Переднє ліве колесо	Заднє праве колесо	Заднє ліве колесо	
1	1	2	1	3	4	
	2	1	2	3	4	
	3	2	1	4	3	
	4	1	2	4	3	
	5	2	1	3	4	
	$\sum_{j=1}^n R_{ij}$	8	7	17	18	
	$S_{W_i}$	20,25	30,25	20,25	30,25	101
2	1	3	1	2	4	
	2	1	4	3	2	
	3	2	1	4	3	
	4	1	2	4	3	
	5	2	3	1	4	
	$\sum_{j=1}^n R_{ij}$	9	11	14	16	
	$S_{W_i}$	12,25	1,56	3,03	12,25	28,09

Як міру зв'язку  $n$  послідовностей рангів з рівним числом  $m$  у кожній послідовності М. Кендалл запропонував розраховувати коефіцієнт  $W$  конкордації за наступною формулою

$$W = \frac{12S_W}{n^2(m^3 - m)}, \text{ де } S_{W_i} = \sum_{i=1}^m \left\{ \sum_{j=1}^n R_{ij} - \frac{n(m+1)}{2} \right\}^2. \quad (1)$$

У нашому випадку  $n = 5$  – число випробувань гальмування автомобіля, а  $m = 4$  – число його коліс,  $R_{ij}$  – ранг, тобто місце в послідовності моментів початку «скидання» тиску в приводі гальм.

Неважко помітити, що вхідний у формулу параметр  $S_W$ , по суті, являє собою суму відхилень рангів від середнього значення, що при рівномірному їхньому розподілі на інтервалі від одиниці до  $m$  дорівнює

$(m + 1)/2$ .

Величина  $W$  може варіюватися від нуля до одиниці. При неузгодженому порядку початку «скидання» тиску в приводі гальм і їх рівноймовірному розподілі  $\sum_{j=1}^n R_{ij} \rightarrow \frac{n(m+1)}{2}$  й  $W \rightarrow 0$ , а якщо ранги погоджуються добре, то  $W \rightarrow 1$ .

Виходячи з таблиці 1, коефіцієнт  $W$  для першого автомобіля дорівнює  $\frac{12S_W}{n^2(m^3 - m)} = \frac{12 \cdot 101}{25(64 - 4)} = 0,808$ , а по максимальній величині

$\sum_{j=1}^n R_{ij} = 18$  можна вважати, що найгірший з його гальмівних механізмів –

механізм заднього лівого колеса. Найкраще працює – гальмо переднього лівого колеса, тому що саме воно найчастіше спрацьовує першим.

Коефіцієнт  $W$  у другого автомобіля значно менший: він дорівнює  $\frac{12 \cdot 29,09}{25(64 - 4)} = 0,23$ . Менше в нього й розкид значень  $\sum_{j=1}^n R_{ij}$ .

Звичайно, при обмеженому числі експериментів статистично існує ймовірність помилкового висновку про величину коефіцієнта конкордації. Тому, щоб оцінити істотність отриманих результатів, доцільно скористатися спеціальною таблицею (табл. 2) значень критичної суми  $S_{W(p)}$ , наведеною в роботі [2].

Таблиця 2 -Оцінка істотності отриманих результатів

$n$	Довірча ймовірність $p = 0,95$ при $m$					Довірча ймовірність $p = 0,99$ при $m$				
	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
3			64,4	103,3	157,3			75,6	122,8	185,6
4		49,5	88,4	143,3	217,0		61,4	109,3	176,2	265,0
5		62,6	112,3	182,4	276,3		80,5	142,8	229,4	343,8
6		75,7	136,1	281,4	335,2		99,5	176,1	282,4	422,6
8	48,1	101,7	183,7	299,0	453,1	66,8	137,4	242,7	388,3	579,9
10	60,0	127,8	231,8	376,7	571,0	85,1	175,3	309,1	494,0	739,0
15	89,8	192,9	349,8	570,5	864,9	131,0	269,8	475,2	758,2	1129,5
20	119,7	258,0	468,5	764,4	1158,7	177,0	364,2	641,2	1022,2	2521,9

Як бачимо, для розглянутого приклада ( $m = 4$ ,  $n = 5$ ) критичне значення  $S_{W(p)}$  при довірчій імовірності 0,95 дорівнює 62,6, а при довірчій імовірності 0,99 – 80,5.

Таким чином, оскільки у першого автомобіля  $S_W = 101$ , а 101 більше 80,5 в 99 випадках з 100, то можна стверджувати, що за результатами діагностування гальмо лівого заднього колеса несправне, робота гальма заднього правого колеса теж неефективна. Претензій же до роботи гальм

всіх коліс другого автомобіля немає: адже коефіцієнт  $W$  набагато менше  $S_{W(p)}$ , тобто  $29,09 \ll 80,5$  і  $29,09 < 62,6$ .

**Висновки.** Для реалізації пропонованого способу діагностування гальм автомобіля, обладнаного АБС, необхідно виконати наступне.

1. Увести в діагностичний тестер додаткову опцію, що дозволяє фіксувати моменти початку «скидання» тиску в приводах гальм і запам'ятовувати послідовність цих моментів по всіх колесах.

2. Передбачити в ньому також програму розрахунку коефіцієнта конкордації зафіксованих послідовностей моментів початку «скидання» тиску в приводах гальм по декількох (наприклад, п'ятьох) гальмуваннях і оцінки його довірчої ймовірності.

3. Підключити тестер до блоку керування АБС і відповідно до вимог ДСТУ 3649:2010 виконати встановлене в тестері число випробувань (екстрених гальмувань) автомобіля.

4. Оцінити ефективність гальмівного керування за гальмівним шляхом або усталеним сповільненням автомобіля (при наявності відповідного датчика), а якщо тестер виявить неефективно працюючі гальмівні механізми, за його показниками виявити колеса, що гальмують погано.

## Література

1. *Ковинько В.И., Игнатченко К.Е.* Компьютерно-экспертный метод диагностирования тормозных АБС // Автомобильный транспорт. – Харьков, РИО ХНАДУ / Сб. науч. тр. – 2001. – вып.13. – С. 43-49.
2. *Кобзарь А.И.* Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.
3. *Кэндэлл М.* Ранговые корреляции. – М.: Статистика, 1975. – 416 с.
4. *Малкин В.С., Буслаев А.Е.* Диагностирование тормозов автомобиля, оборудованного АБС // Автомобильная промышленность. № 5 – М.: – 2010. – С. 26-28.