

Надобко Віталій Борисович, к.т.н., доц., доцент  
Горіздра Ростислав Сергійович, магістр  
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

## **ЗМІНА СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛІВ У ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Стійкість – це здатність автомобіля рухатися в різноманітних умовах без перекидання, занесення і відведення.

Причинами, що викликають порушення стійкості і керованості автомобіля, найбільш часто виступають бічні сили.

У русі бічні сили є практично завжди. Найбільш часто вони породжуються відцентровою силою при русі автомобіля по кривій. При цьому на повороті бічні сили тим більше, чим більше швидкість руху автомобіля і менше радіус заокруглення дороги. Та й на прямій дорозі водії, об'їжджаючи перешкоди або нерівності дороги, утримують автомобіль від відведення в сторону поворотами рульового колеса. І тут теж виникає відцентрова сила.

Бічні сили виникають також при гальмуванні, коли у коліс лівого і правого боку автомобіля різні сили зчеплення з дорогою (ліві котяться по сухому асфальту, а праві по шкідливій льоду або мокрою узбіччі). Різні коефіцієнти опору коченню на колесах, різні зусилля, створювані гальмівними механізмами, різний тиск повітря в шинах і їх знос, порушення регулювань переднього моста – все це породжує бічні сили. Нарешті, поперечний ухил і нерівності дороги, вітер – це теж бічні сили.

Аналіз можливості забезпечення курсової стійкості експлуатованих автомобілів при гальмуванні дозволив визначити два аспекти цієї проблеми:

- зниження небезпеки появи заносу;
- зменшення схильності до розвитку заносу і її ліквідація при русі автомобіля.

Фактори, що викликають занесення, носять випадковий характер і визначаються конструктивними та експлуатаційними параметрами. Найбільш

важливими з них є коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями і координати центру мас автомобіля.

Найбільшою стійкістю автомобіль володіє при випереджальному блокуванні передніх коліс або при одночасному доведенні до межі блокування всіх коліс, а найгіршою стійкістю при випереджальному блокуванні задніх коліс. Забезпечення одночасного доведення до межі блокування передніх і задніх коліс в разі прямолінійного руху по горизонтальній опорній поверхні при гальмуванні є актуальним і при дії бічної сили.

Незважаючи на накопичені значні експериментальні дані [2], в літературі відсутні умови для оцінки впливу коефіцієнта розподілу гальмівних сил між осями, координат центру мас і коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою на курсову стійкість автомобілів при заносі. Крім того, існуючі фізичні і математичні моделі описують поведінку автомобіля при значних кутах бічного відведення коліс і швидкостях бічного ковзання, що і зумовило появу в якості критерію стійкості так званої критичної швидкості руху.

З огляду на вимоги чинного стандарту (ОСТ 37.001.067-86), що визначає кут повороту поздовжньої осі автомобіля в кінці гальмування не більше  $15^\circ$ , і нормативних документів, що регламентують його значення не більше  $8^\circ$ , необхідним є дослідження курсової стійкості автомобіля при малих змінах курсового кута.

Проведений аналіз ряду дослідницьких робіт [3] показує, що в реальних умовах руху автомобільного колеса на нього практично завжди діє бічна сила. В результаті цього аналізу визначено найбільш характерні причини, що викликають появу збурюючих сил і моментів, що діють на автомобіль при гальмуванні. Можливою причиною появи збурюючих сил і моментів є швидкість їх зміни.

Як відомо, стабілізація керованих коліс досягається за рахунок установки їх з певними кутами розвалу і сходження, які становлять для сучасних автомобілів не більше  $1^\circ$ . При гальмуванні кути установки можуть змінюватися, що викликає появу бічних сил і поворотних моментів.

На процес гальмування автомобіля впливає геометрія ходової частини, яка порушується за рахунок зносу, залишкових деформацій, зміщення центру мас від несиметричного навантаження і т.д. Це може викликати кінетичне відведення шин і, як наслідок, бічну силу, а також поворотний момент в горизонтальній площині щодо вертикальної осі, що проходить через миттєвий центр обертання, який не збігається з центром мас.

Нерівномірність роботи гальмівних механізмів на окремих колесах внаслідок їх зношування викликає момент, що повертає автомобіль в горизонтальній площині. Рівний йому реактивний момент створюється за рахунок бічних сил.

Стосовно до процесу руху автомобільного колеса в гальмівному режимі величина гальмівної сили може змінюватися в широкому діапазоні. Мінімальні значення цієї сили визначаються опором руху колеса і пов'язаних з колесом деталей гальма. Максимальне значення гальмівної сили визначається умовами зчеплення колеса з опорною поверхнею. В межах цього діапазону величина гальмівної сили на осях експлуатованих автомобілів, не обладнаних електронними системами стеження за процесом гальмування, регулюється водієм.

На рух автомобільного колеса в гальмівному режимі впливає частота розподілу гальмівних сил в реальних умовах, стабільність їх величини при постійному керуючому дії з боку водія і гранична швидкість їх зміни для існуючих типів гальмівного приводу. За статистичними даними [3] найбільшу частоту мають службові гальмівні режими, при яких гальмівна сила становить 16...25 % від статичного вертикального навантаження на колесо, а найменшу – екстрені гальмування, що виконуються з найбільшою ефективністю. Швидкість зміни величини гальмівної сили визначається швидкістю керуючого впливу з боку водія і динамічної якості гальмівного приводу. У свою чергу, швидкість керуючої дії значно змінюється в залежності від того, чи зберігається за водієм функція регулювання гальмівних сил або керуючий вплив полягає лише в переміщенні педалі гальма з максимальною швидкістю. У першому випадку

керуючий вплив здійснюється зі змінною швидкістю переміщення гальмівної педалі через побоювання перегальмування. У другому випадку швидкість зазвичай постійна, а величина її визначається психофізіологічними даними водія.

На особливу увагу заслуговує питання про запобігання занесення автомобіля в процесі експлуатації при гальмуванні.

В роботі [4] отримано рівняння руху автомобіля в горизонтальній площині, проте не розглядаються і не аналізуються випадки гальмування при збурюючій дії бічних сил і моментів, причини виникнення яких показані вище.

В роботі [5] стверджується, що з точки зору втрати курсової стійкості автомобіля при гальмуванні глобальним є випереджаюче блокування задніх коліс, що викликає занос задньої осі. У цьому випадку збільшується дія поворотного моменту від вертикальної складової відцентрової сили інерції. Однак, вплив моменту від горизонтальної складової, рівного по модулю, але протилежно спрямованого, не враховується.

Запобігти заносу легкового автомобіля при гальмуванні робочою системою, яка не обладнана електронною системою управління гальмуванням, можна шляхом застосування регуляторів гальмівних сил, які змінюють співвідношення приводних тисків, (гальмівних сил) на колесах передньої і задньої осей в залежності від інтенсивності гальмування, а значить, динамічного перерозподілу вертикального навантаження між осями.

Аналіз процесу екстреного гальмування легкового автомобіля показує, що в момент випереджаючого блокування коліс передньої або задньої осей між опорною поверхнею та шинами цих коліс виникає сила тертя ковзання, в той час як на незаблокованих колесах реалізуються гальмівні моменти.

Найбільш ефективним з точки зору зменшення схильності до розвитку заносу легкового автомобіля і ліквідації занесення при гальмуванні є початковий період процесу гальмування, коли зростаючі гальмівні сили на обох осях не перевищують свого граничного значення по зчепленню з дорогою.

Для зменшення схильності до розвитку заносу автомобіля і ліквідації

занесення в процесі гальмування слід адаптувати керуючий вплив гальмівної системи автомобіля в процесі експлуатації до його вагового стану і динамічної зміни вертикальних навантажень на колесах. При цьому, керуючий вплив гальмівної системи слід вводити в початковий період гальмування, коли зростаючі гальмівні сили на обох осях не перевищують свого граничного значення по зчепленню з дорогою.

Запобігти заносу автомобіля при гальмуванні робочою системою, яка не обладнаній електронною системою управління гальмуванням, можна шляхом застосування регуляторів гальмівних сил, які змінюють співвідношення гальмівних сил на колесах передньої і задньої осей в залежності від статичного і динамічного перерозподілу вертикальних реакцій на колесах.

### **Список використаних джерел**

1 Литвинов А.С. Характеристики основных элементов автомобиля, влияющих на устойчивость и управляемость / А.С.Литвинов // Управляемость и устойчивость автомобиля. – М. : Машиностроение, 1971. – С. 28 – 340.

2 Гредескул А.Б. Экспериментальное исследование блокирования затормаживаемого колеса / А.Б.Гредескул, Н.А Булгаков // Автомобильная промышленность. – 1985. – №3. – С. 21 – 25.

3 Волков В.П. Режимы работы тормозов легковых автомобилей и совершенствование способов их моделирования при ресурсных лабораторных испытаниях: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук : 05.05.03 / В.П. Волков. – Харьков, 1982. – 18 с.

4 Колебания и устойчивость движения автомобиля и автопоезда, динамическая нагруженность их агрегатов : сб. науч. тр. – М.: МАДИ, 1983. – 132 с.

5 Гуревич Л.В. Тормозное управление автомобиля / Л.В.Гуревич, Р.А.Меламуд. – М.: Транспорт, 1978. – 152 с.