

ЛЕКЦІЯ № 15. ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ДИНАМІКОЮ АВТОМОБІЛЯ

План лекції. Антиблокувальна система гальм (ABS): вимоги, загальний опис системи, умови роботи. Керування гальмами автомобіля з ABS. Антипробуксовочна система. Система курсової стійкості. Система керування динамікою автомобіля. Система Старт-Стоп. Система екстреного гальмування. Система виявлення великих тварин. Система допомоги при спуску. Система допомоги при підйомі. Адаптивний круїз-контроль. Система допомоги руху по смузі. Система інтелектуального регулювання швидкості.

Існує кілька причин для розробки системи антиблокування гальм (anti-lock brakes - ABS). Якщо при гальмуванні одне або більше коліс транспортного засобу блокується (починає ковзати), виникає ряд неприємних наслідків:

- збільшується гальмівний шлях;
- втрачається контроль над кермом;
- ненормально зношуються шини.

Блокування коліс з великою ймовірністю може призвести до нещасного випадку. Найкраще уповільнення транспортного засобу досягається тоді, коли в гальмівній системі має місце максимальне перетворення кінетичної енергії автомобіля в теплову енергію на гальмівних дисках і барабанах.

Шина що проковзує навіть на сухій дорозі, далеко не забезпечує досягнення граничного можливого потенціалу цього процесу. Так, досвідчений водій може сам підкачувати гальма, натискаючи і відпускаючи педаль, для запобігання блокування гальм, але електронний контроль дозволяє досягти набагато кращих результатів.

ABS вже стало звичайною функцією навіть на недорогих автомобілях, а це істотний внесок у безпеку автомобільного руху. Важливо пам'ятати, однак, що при нормальному русі система не призначена для того, щоб максимально швидко розгони змінювалися максимально короткими гальмуваннями. Робота система повинна розглядатися як

допомога тільки в критичному стані. На рис. 8.1 схематично показано, як ABS може допомогти в підтримці керованості автомобіля навіть при дуже важких умовах гальмування.

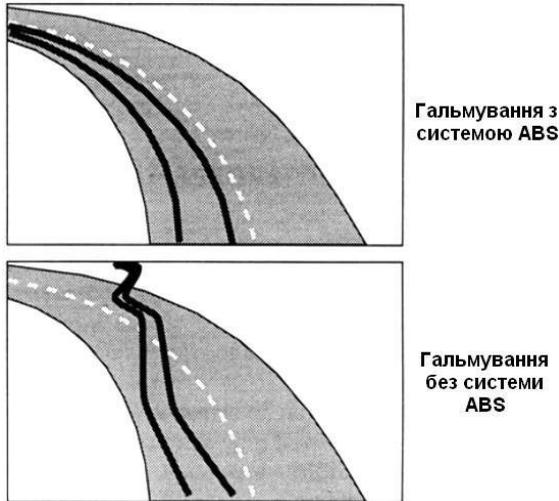


Рисунок 8.1 - ABS може допомогти в підтримці керованості автомобіля

Вимоги до ABS.

Хороший спосіб проаналізувати дію складної системи полягає в тому, щоб задатися питанням: «Що повинна система бути в змозі зробити?» Іншими словами, які вимоги до системи? Ці вимоги для ABS ми розглянемо далі, в розділах з підзаголовками.

Відмовостійка система.

У разі відмови системи ABS звичайні гальма повинні спрацювати на максимумі своїх можливостей. Крім того, водій повинен отримати попередження про відмову. Попередження зазвичай реалізується за допомогою простого індикатора.

Маневреність автомобіля повинна бути збережена.

Слухняність машини керма та зчеплення з дорогою, не повинні зникнути при включенні системи ABS. Це - ключове питання, оскільки водієві важливо бути в змозі ухилитися від небезпеки, хоча може гальмування часто виявляється найкращим чином дії.

Реакція повинна бути негайною.

Навіть на короткій відстані система повинна реагувати так, щоб найкраще використовувати зчеплення з дорогою. Реакція повинна бути адекватною незалежно від того, натискає водій на гальма м'яко або нетерпляче вдаряє по ним щосили.

Вплив на рух.

Нормальний рух і маневрування не повинні надавати ніякої реакції на педаль гальма. Стійкість і слухняність керма повинні бути збережені при всіх дорожніх умовах. Система повинна також адаптуватися до гістерезису гальмування, тобто режиму, коли гальма натискають, відпускають, а потім знову натискають. Навіть якщо колеса з одного боку знаходяться, наприклад, на сухому асфальтованому шосе, а з іншого боку - на льоду, занос (обертання навколо вертикальної осі) транспортного засобу повинен бути зведений до мінімуму, і якщо проявлятися, то настільки повільно, щоб дати водієві можливість його компенсувати.

Керовані колеса.

У загальному випадку, принаймні одне колесо на кожній стороні транспортного засобу має контролюватися окремою ланкою. Тепер це є спільним принципом для всіх чотирьох коліс, які на пасажирських автомобілях керуються незалежно один від іншого.

Робота в широкому діапазоні швидкостей.

Система повинна працювати При будь-якому зниженні швидкості аж до прогулянкової. На цій дуже повільній швидкості, навіть коли колеса заблоковані, транспортний засіб набуде нерухомий стан дуже швидко.

Інші умови роботи.

Система повинна бути в змозі розпізнати аквапланування і зреагувати відповідно. Вона повинна також залишатися працездатною на нерівній дорожній поверхні.

Є ще одна область, в якій система поки недосконала - це гальмування на повільній швидкості по снігу. ABS фактично збільшує гальмівний шлях по снігу, але напрямок рулювання буде збережено. Це, як вважають, є розумним рішенням.

В експлуатації знаходиться безліч різних типів систем антиблокування гальм, але всі вони намагаються відповідати викладеним вище вимогам.

Загальний опис системи.

Як і у випадку з усіма іншими системами, ABS можна розгляда-

ти як центральний блок керування з рядом входів і виходів. Система ABS представлена блок-схемою системи керування із замкнутим контуром (рис. 8.2). Найважливіші з входів - датчики швидкості колеса, а головний вихід - деяка форма контролю тиску і гальмівної системи

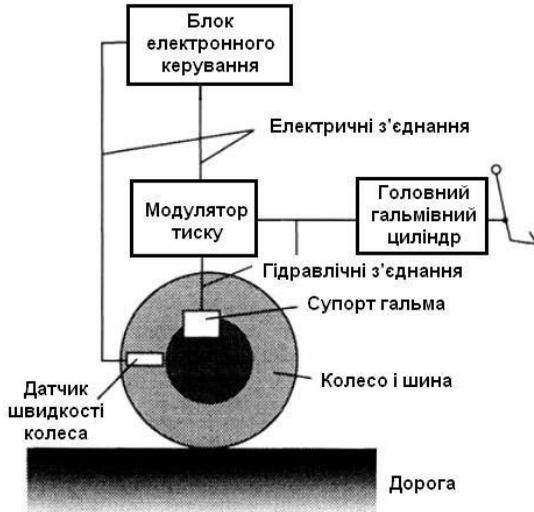


Рисунок 8.2 - Система антиблокування гальм

Завдання блоку керування полягає в тому, щоб порівняти сигнали від кожного датчика колеса для виміру прискорення або уповільнення кожного з коліс. За цими даними і заздалегідь запрограмованими довідковими таблицями може регулюватися гальмівний тиск в одному або більшій кількості коліс. Гальмівний тиск може бути зменшений, підтримуватися постійним або збільшуватися. Максимальний тиск визначається тиском водія на педаль гальма.

Система під час роботи використовує або управляє великою кількістю різних параметрів, перелік яких наведено нижче.

Тиск на педаль. Визначається водієм.

Тиск в гальмах. При нормальному гальмуванні він пропорційний тиску педалі, але під контролем ABS може бути зменшений, збережений або збільшений.

Регульований змінний параметр.

Це, фактично, швидкість колеса, по якій можна визначити його прискорення, уповільнення або прослизання, швидкість залежить від

зміни тиску в гальмівних контурах.

Умови дороги / автомобіля.

Система може враховувати навантаження автомобіля, стан дороги, стан шин і умови функціонування гальмівної системи. За сигналами датчиків швидкості колеса ECU обчислює перераховані нижче величини.

Відносна швидкість транспортного засобу.

Відносна швидкість визначається по комбінації сигналів датчиків двох діагональних коліс. Після початку гальмування ECU використовує це значення.

Прискорення або уповільнення колеса.

Значення прискорення або уповільнення колеса постійно змінюються.

Прослизання гальма не може бути виміряне безпосередньо, але його можливо обчислити по відносній швидкості транспортного засобу. Це значення далі використовується, щоб визначити, коли ABS повинне узяти під свій контроль гальмівний тиск

Уповільнення транспортного засобу.

В процесі керування гальмівним тиском ECU використовує відносну швидкість транспортного засобу в якості відправної точки і задає її лінійне зменшення. Прискорення уповільнення визначається за сигналам отриманим від датчиків всіх коліс.

Ведучі й ведені колеса на автомобілі потрібно розглядати по-різному, оскільки вони ведуть себе при гальмуванні відмінно один від одного. Логічна комбінації уповільнення / прискорення коліс і ковзання використовується як керуюча змінна. Фактична стратегія, застосовувана системою керування, змінюється залежно від умови гальмування.

Компоненти ABS.

Різні виробники включають в систему безліч різних компонентів. У більшості систем, однак, існують три головних компонента:

- датчики швидкості колеса;
- електронний блок керуванні;
- гідравлічний модулятор.

Датчики швидкості колеса.

Більшість датчиків швидкості коліс - прості індуктивні датчики, які працюють в комплексі з зубчастим колесом. Вони складаються з постійного магніту і стрижня з м'якого заліза, на якому намотана ко-

тушка. Оскільки зубчасте колесо обертається, зміни в магнітному опорі магнітного ланцюга викликають сигнал, частота і напруга якого пропорційні швидкості обертання колеса. Частота - сигнал, який використовується електронним блоком керування. Опір котушки близько 1 кОм. Для її з'єднання з блоком ECU використовується коаксіальний кабель, щоб запобігти інтерференції, що спотворює сигнал. Деякі системи тепер використовують датчики з ефектом Холла.

Електронний блок керування.

Функція ECU (на рис. 8.3 показана частина ECU) полягає в тому, щоб отримати інформацію від датчиків коліс і обчислити найкращий порядок дій для гідравлічного модулятора. Серце сучасного ECU складається з двох мікропроцесорів типу Motorola 68HC11, які працюють по однаковій програмі незалежно один від одного.

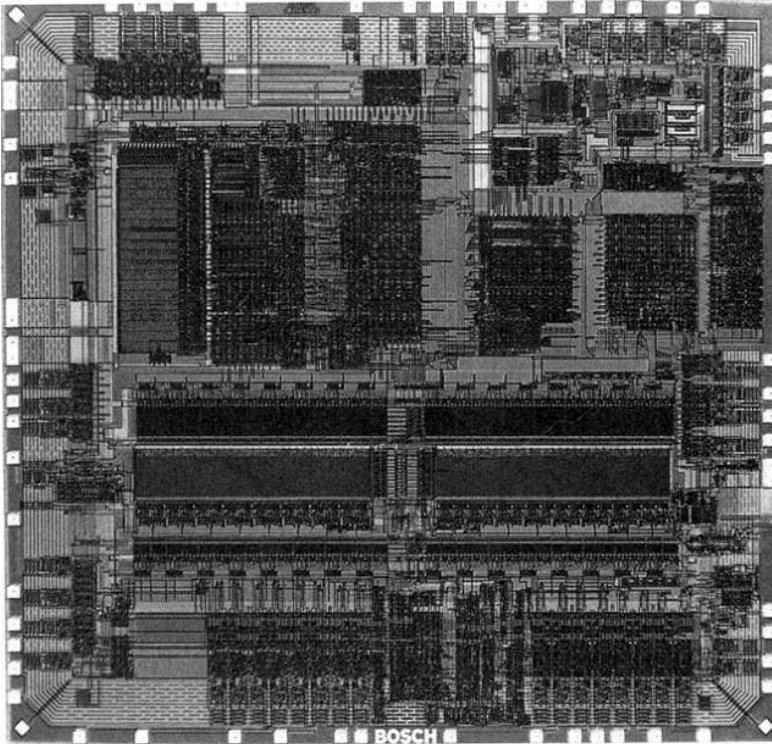


Рисунок 8.3 - Мікропроцесор використовується в блоці управління ABS

Це гарантує велику безпеку при будь-якій помилці, яка могла б несприятливо вплинути на якість гальмування, тому функціонування кожного процесора має бути ідентичним. Якщо помилку виявлено, ABS відключається і загоряється індикатор попередження. Обидва процесора мають незалежну пам'ять, в яку можуть бути записані: коди помилки (для подальшої діагностики й обслуговуванні). ECU також має каскади обробки вхідних сигналів і вихід, тобто потужні каскади для керування приводом модулятора.

ECU виконує самоперевірку після того, як ввімкнено запалювання. Відмова негайно призводить до відключення системи. Далі у списку перераховані параметри самоперевірки:

- струм від джерела живлення;
- зовнішні і внутрішні інтерфейси;
- передача даних;
- зв'язок між процесорами;
- операції клапанів і реле;
- операція контролю пам'яті помилок;
- функції читання та запису у внутрішню пам'ять.

Все це займає приблизно 300 мс.

Гідравлічний модулятор, показаний на рис. 8.4 має три робочі положення:

- збільшення тиску - гальмівна магістраль до головного циліндра відкривається;
- зниження тиску - гальмівна магістраль з'єднується з акумулятором гальмівної рідини;
- утримання тиску - гальмівна магістраль закрита.

Клапанами керують електричні соленоїди, які завдяки низькій індуктивності мають малий час реакції. Електродвигун працює тільки тоді, коли ABS активована.

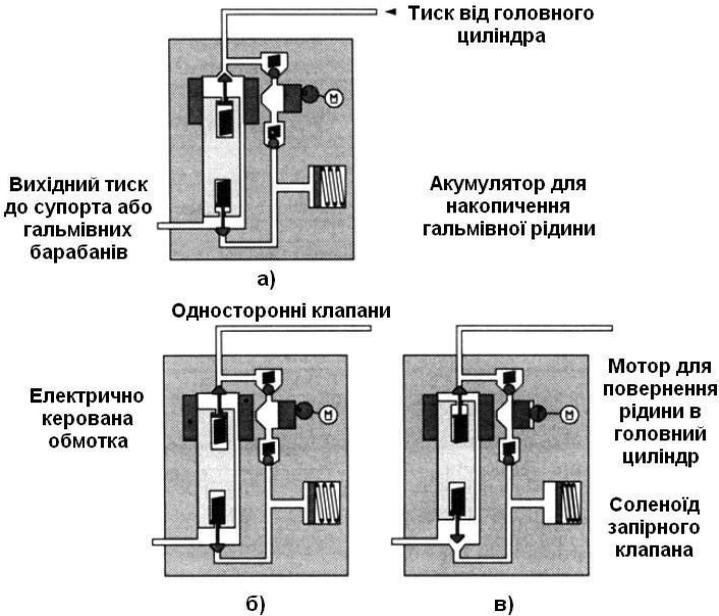
Керування гальмами системою ABS.

Керування тиском за допомогою ABS може бути зведене до деякого числа фаз, описаних далі.

Початок керування тиском гальмування.

Початок функціонування ABS відомий як «первинний контроль циклу згладжування». Ця стадія згладжування необхідна, щоб не реагувати на незначні збурення типу нерівної дорожньої поверхні, яка може викликати зміну в сигналах датчиків коліс. Поріг чутливості є

критичною величиною, так як якщо б реакції системи була занадто швидкою, то це не сподобалося б водієві і викликало б небажаний знос компонентів пристрою. При занадто запізній реакції контроль над кермом і стійкість автомобіля могли б бути втрачені на першій фазі керування.



а - фаза збільшення тиску; б - фаза утримання тиску;
в - фаза зниження тиску

Рисунок 8.4 - Гідралічний модулятор ABS

Керування гальмами на рівній дорожній поверхні.

При цих ідеальних умовах ступінь зчеплення майже постійне. ABS у цих умовах працює найкраще, частота регулювання відносно низька, з невеликими змінами в тиску гальмування.

Занос транспортного засобу (обертання навколо вертикальної осі, відхиляючий момент).

При гальмуванні на дорожній поверхні з різним зчепленням під лівими і правими колесами, транспортний засіб буде відхилитися від курсу або почне обертатися. Водій може впоратися з цим з допомогою рульового колеса, якщо в нього є достатньо часу для маневру. Впора-

тися з ситуацією можна й іншим способом зниженням тиску на інше переднє колесо в той момент, коли переднє колесо з поганим зчепленням з дорогою стає нестабільним. Це допомагає зменшити занос транспортного засобу, що особливо важливо, коли з'являється значний кут між транспортним засобом і віссю дороги.

Вібрація осі.

На нерівних дорогах часто і випадковим чином має місце нестійкість швидкості коліс. Через цю нестійкість тиск гальмування має тенденцію більшою мірою падати, ніж рости, під час дії ABS. Це могло б призвести до втрати гальмування при певних умовах.

Тому необхідна адаптація системи до локальних умов, щоб подолати цю проблему. Збільшення тиску гальмування здійснюється легше протягом періоду сильного росту прискорення колеса після моменту нестабільності. У сучасних системах м'якої підвіски вісь колеса може бути схильна до вібрації. Ця вібрація може викликати додаткові наведені сигнали від датчиків швидкості коліс.

Окреслені прискорення можуть виявитися точно такими ж, що і для фактичних нестабільних умов гальмування. Невелика затримка реакції ABS, обумовлена затримкою в згладжуванні сигналу - час, витрачений на те, щоб перемістити клапани керування. Запізнення у гальмівних магістралях допомагає зменшувати ефект вібрації осі. Регулярна частота коливань може бути визначена блоком керування. Коли виявляються коливання осі, система використовує постійний тиск гальмування.

Стратегія керування.

Основні положення стратегії функціонування системи антиблокування гальм можуть бути підсумовані наступним чином:

- швидке зниження тиску в гальмах в момент нестійкості швидкості колеса, щоб колесо могло швидко повернутися в режим прискорення. При цьому зниження тиску незначне, і режим гальмування може бути знову відновлений;
- швидке підвищення тиску гальмування в період і після періоду повторного прискорення до тиску трохи меншого, ніж тиск нестійкого стану;
- дискретне збільшення тиску гальмування в разі збільшеного зчеплення з дорогою;
- вибір чутливості, що підходить для превалюючих умов руху;
- гальмування не повинне бути ініційовано системою антибло-

кування в разі вібрації осі.

Застосування цих п'яти основних вимог призводить до необхідності пошуку компромісу між ними. Програмування процесу гальмування і випробування дослідних зразків дозволяє зменшити рівень компромісу, але з деякими незручностями все одно доводиться миритися. Очевидним прикладом цього є гальмування по нерівній землі в глибокому снігу, оскільки уповільнення тут менш ефективне, якщо колеса не заблоковані. У цьому прикладі пріоритет віддається стабільності, а не гальмівному шляху, оскільки контроль напрямку руху при таких обставинах потребує менше часу.

Варіанти системи ABS.

В одному з нестандартних підходів до ABS використовується пружина і електродвигун, щоб створити умови гальмування зі зменшенням, утриманням або збільшенням тиску в гальмах. Потенційна перевага цього технічного прийому полягає в тому, що реакція системи виходить рівною, а не пульсуючою. На рис. 8.5 показана компоновка системи з мотором і пружиною.

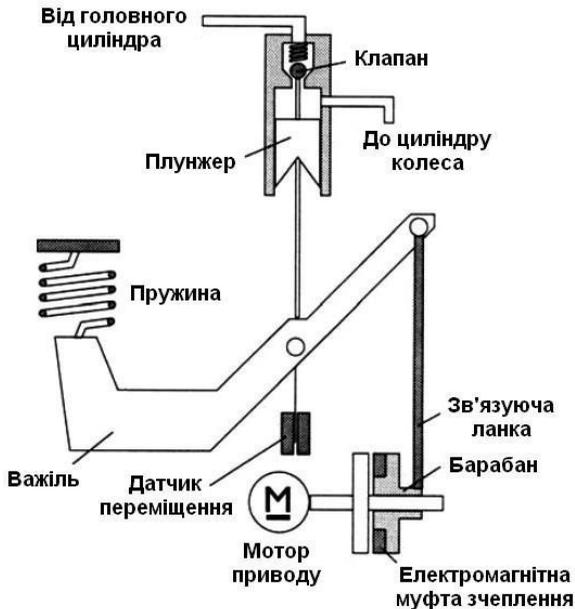


Рисунок 8.5 - Система антиблокування гальм з електромотором і пружиною

Антипробуксовочна система.

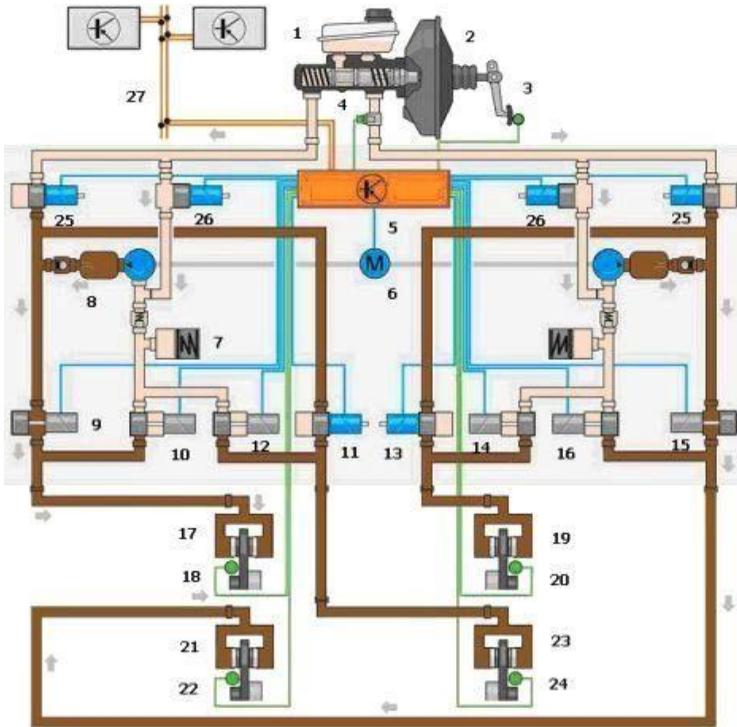
Антипробуксовочна система (інше найменування - протибуксовочна система) призначена для запобігання пробуксовки ведучих коліс. Залежно від виробника антипробуксовочна система має наступні торговельні назви:

- ASR (Automatic Slip Regulation, Acceleration Slip Regulation) на автомобілях Mercedes, Volkswagen, Audi та ін.;
- ASC (Anti-Slip Control) на автомобілях BMW;
- A-TRAC (Active Traction Control) на автомобілях Toyota;
- DSA (Dynamic Safety) на автомобілях Opel;
- DTC (Dynamic Traction Control) на автомобілях BMW;
- ETC (Electronic Traction Control) на автомобілях Range Rover;
- ETS (Electronic Traction System) на автомобілях Mercedes;
- STC (System Traction Control) на автомобілях Volvo;
- TCS (Traction Control System) на автомобілях Honda;
- TRC (Traking Control) на автомобілях Toyota.



Рисунок 8.6 - Процес буксування автомобіля в піску

Незважаючи на різноманіття назв, конструкція і принцип роботи даних протибуксовочних систем багато в чому схожі, тому розглянуті на прикладі однієї з найпоширеніших систем - системи ASR. Антипробуксовочна система побудована на конструктивній основі антиблокувальної системи гальм.



1 - компенсаційний бачок; 2 - вакуумний підсилювач гальм; 3 - датчик положення педалі гальма; 4 - датчик тиску в гальм. системі; 5 - блок керування; 6 - насос зворотної подачі; 7 - акумулятор тиску; 8 - демпфуюча камера; 9 - впускний клапан попереду. лівого гальм. механізму; 10 - випускний клапан приводу попереду. лівого гальм. механізму; 11 - впускний клапан приводу задн. правого гальм. механізму; 12 - випускний клапан приводу задн. правого гальм. механізму; 13 - впускний клапан приводу передн. правого гальм. механізму; 14 - випускний клапан приводу передн. правого гальм. механізму; 15 - впускний клапан приводу задн. лівого гальм. механізму; 16 - випускний клапан приводу задн. лівого гальм. механізму; 17 - передній лівий гальм. циліндр; 18 - датчик частоти обертання передн. лівого колеса; 19 - передній правий гальм. циліндр; 20 - датчик частоти обертання передн. правого колеса; 21 - задній лівий гальм. циліндр; 22 - датчик частоти обертання задн. лівого колеса; 23 - задній правий гальм. циліндр; 24 - датчик частоти обертання задн. правого колеса; 25 - перемикальний клапан; 26 - клапан високого тиску; 27 - шина даних

Рисунок 8.7 - Схема антипробуксовочної системи ASR

В системі ASR реалізовані дві функції: електронне блокування диференціала і керування крутним моментом двигуна. Для реалізації протибуксовочних функцій в системі використовується насос зворотної подачі і додаткові електромагнітні клапани (перемикаючий і клапан високого тиску) на кожне з ведучих коліс в гідравлічному блоці ABS.

Керування системою ASR здійснюється за рахунок відповідного програмного забезпечення, включеного в блок керування ABS. У своїй роботі блок керування ABS/ASR взаємодіє з блоком керування двигуном.

Принцип роботи антипробуксовочної системи.

Система ASR попереджає пробуксовку коліс у всьому діапазоні швидкостей автомобіля:

- при низьких швидкостях руху (від 0 до 80 км/год) система забезпечує передачу крутного моменту за рахунок пригальмування ведучих коліс;
- при швидкості вище 80 км/год зусилля регулюються за рахунок зменшення крутного моменту двигуна.

На підставі сигналів датчиків частоти обертання коліс блок керування ABS/ASR визначає наступні характеристики:

- кутове прискорення ведучих коліс;
- швидкість руху автомобіля (на підставі кутової швидкості неприводних коліс);
- характер руху автомобіля - прямолінійний або криволінійний (на підставі порівняння кутових швидкостей неприводних коліс);
- величину проковзування ведучих коліс (на підставі різниці кутових швидкостей приводних і неприводних коліс).

Залежно від поточного значення експлуатаційних характеристик здійснюється керування гальмівним тиском або керування крутним моментом двигуна.

Керування гальмівним тиском здійснюється циклічно. Робочий цикл має три фази - збільшення тиску, утримання тиску і скидання тиску. Збільшення тиску гальмівної рідини в контурі забезпечує гальмування ведучого колеса. Воно проводиться за рахунок включення насоса зворотної подачі, закриття перемикаючого клапана і відкриття клапана високого тиску. Утримання тиску досягається за рахунок відключення насоса зворотної подачі. Скидання тиску здійснюється після

закінчення пробуксовки при відкритих впускному і перемикаючому клапанах. При необхідності цикл роботи повторюється.

Керування крутним моментом двигуна здійснюється у взаємодії з системою керування двигуном. На підставі інформації про проковзування ведучих коліс, одержуваної від датчиків кутової швидкості коліс, і фактичній величині крутного моменту, одержуваної від блоку керування двигуном, блок керування протибуксовочної системи обчислює величину необхідного крутного моменту. Дана інформація передається в блок керування системи керування двигуном і реалізується за допомогою різних дій:

- зміни положення дросельної заслінки;
- пропуску впорскувань палива в системі впорскування;
- пропуску імпульсів запалювання або зміни кута випередження запалювання в системі запалювання;
- скасування перемикання передачі в автомобілях з автоматичною коробкою передач.

При спрацюванні протибуксовочної системи спалахує контрольна лампа на панелі приладів. Система має можливість відключення.

Система курсової стійкості.

Система курсової стійкості (інше найменування - система динамічної стабілізації) призначена для збереження стійкості і керованості автомобіля за рахунок завчасного визначення та усунення критичної ситуації. З 2011 року оснащення системою курсової стійкості нових легкових автомобілів є обов'язковим в США, Канаді, країнах Євросоюзу. Система дозволяє утримувати автомобіль в межах заданої водієм траєкторії при різних режимах руху (розгоні, гальмуванні, русі по прямій, в поворотах і при вільному коченні).

Залежно від виробника розрізняють наступні назви системи курсової стійкості:

- ESP (Electronic Stability Programme) на більшості автомобілів в Європі й Америці;
- ESC (Electronic Stability Control) на автомобілях Honda, Kia, Hyundai;
- DSC (Dynamic Stability Control) на автомобілях BMW, Jaguar, Rover;
- DTSC (Dynamic Stability Traction Control) на автомобілях Volvo;
- VSA (Vehicle Stability Assist) на автомобілях Honda, Acura;

- VSC (Vehicle Stability Control) на автомобілях Toyota;
- VDC (Vehicle Dynamic Control) на автомобілях Infiniti, Nissan, Subaru.

Устрій і принцип дії системи курсової стійкості розглянуті на прикладі найпоширенішої системи ESP, яка випускається з 1995 року.



Рисунок 8.8 - Критичний занос автомобіля

Устрій системи курсової стійкості.

Система курсової стійкості є системою активної безпеки більш високого рівня і включає антиблокувальну систему гальм (ABS), систему розподілу гальмівних зусиль (EBD), електронне блокування диференціала (EDS), антипробуксовочну систему (ASR).

Система курсової стійкості об'єднує вхідні датчики, блок керування і гідравлічний блок в якості виконавчого пристрою.

Вхідні датчики фіксують конкретні параметри автомобіля і перетворюють їх в електричні сигнали. За допомогою датчиків система динамічної стабілізації оцінює дії водія і параметри руху автомобіля.

Використовуються в оцінці дій водія датчики кута повороту рульового колеса, тиску в гальмівній системі, вимикач стоп-сигналу. Оцінюють фактичні параметри руху датчики частоти обертання коліс, поздовжнього і поперечного прискорення, кутової швидкості автомобіля, тиску в гальмівній системі.

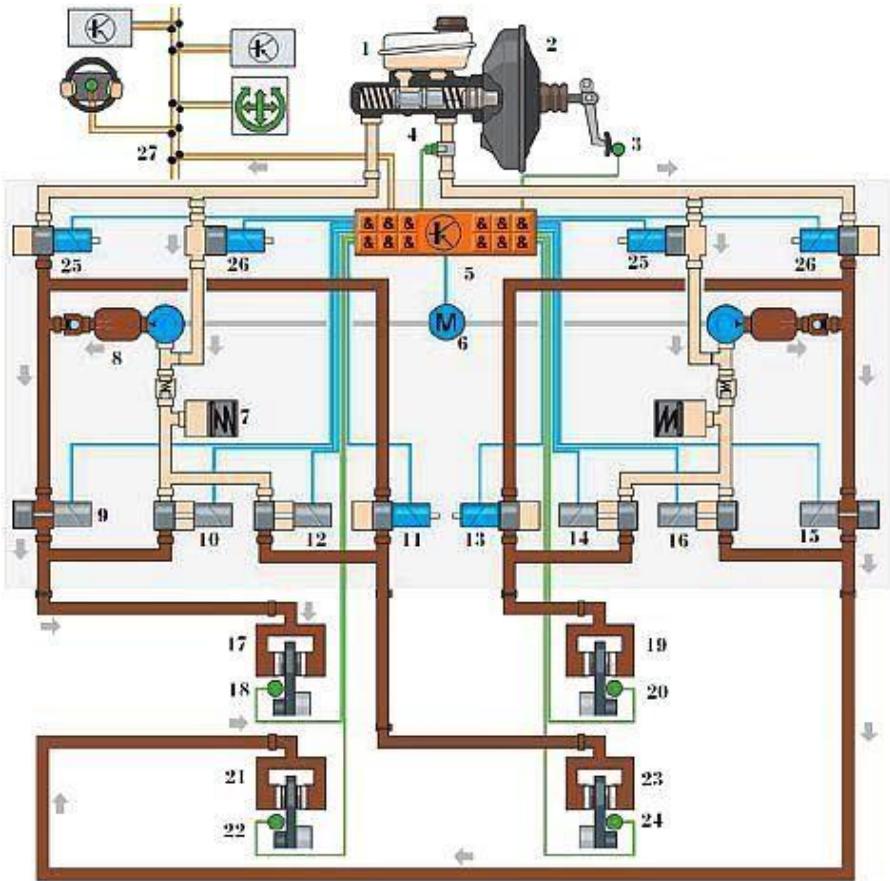


Рисунок 8.9 - Схема системи курсової стійкості ESP
(позначення позицій ідентичні рис. 8.7)

Блок керування системи ESP приймає сигнали від датчиків і формує керуючі впливи на виконавчі пристрої підконтрольних систем активної безпеки:

- впускні і випускні клапани системи ABS;
- перемикачі і клапани високого тиску системи ASR;
- контрольні лампи системи ESP, системи ABS, гальмівної системи.

У своїй роботі блок керування ESP взаємодіє з системою керу-

вання двигуном і автоматичної коробки передач (через відповідні блоки). Крім прийому сигналів від цих систем блок керування формує керуючі впливи на елементи системи керування двигуном і АКПП. Для роботи системи динамічної стабілізації використовується гідравлічний блок системи ABS/ASR з усіма компонентами.

Принцип роботи системи курсової стійкості.

Визначення настання аварійної ситуації здійснюється шляхом порівняння дій водія і параметрів руху автомобіля. У разі, коли дії водія (бажані параметри руху) відрізняються від фактичних параметрів руху автомобіля, система ESP розпізнає ситуацію як неконтрольовану і включається в роботу.

Стабілізація руху автомобіля за допомогою системи курсової стійкості може досягатися кількома способами:

- підгальмуванням певних коліс;
- зміною крутного моменту двигуна;
- зміною кута повороту передніх коліс (при наявності системи активного рульового керування);
- зміною ступеня демпфірування амортизаторів (при наявності адаптивної підвіски).

При недостатній поворотності система ESP запобігає відведення автомобіля назовні за межі траєкторії повороту, пригальмовуючи заднє внутрішнє колесо і змінюючи крутний момент двигуна.

При надлишковій поворотності заносу автомобіля в повороті запобігає підгальмування переднього зовнішнього колеса і зміною крутного моменту двигуна.

Пригальмування коліс проводиться шляхом включення в роботу відповідних систем активної безпеки. Робота при цьому носить циклічний характер: збільшення тиску, утримання тиску і скидання тиску в гальмівній системі.

Зміна крутного моменту двигуна в системі ESP може здійснюватися кількома шляхами:

- зміною положення дросельної заслінки;
- пропуском впусків палива;
- пропуском імпульсів запалювання;
- зміною кута випередження запалювання;
- скасуванням перемикачів передач в АКПП;
- перерозподілом крутного моменту між осями (при наявності повного приводу).

Система, яка об'єднує систему курсової стійкості, рульове керування і підвіску носить назву інтегрованої системи керування динамікою автомобіля.

Додаткові функції системи курсової стійкості.

У конструкції системи курсової стійкості можуть бути реалізовані наступні додаткові функції (підсистеми): гідравлічний підсилювач гальм, запобігання перекидання, запобігання зіткненню, стабілізації автопоїзда, підвищення ефективності гальм при нагріванні, видалення вологи з гальмівних дисків, тощо.

Всі перераховані системи, в основному, не мають своїх конструктивних елементів, а є програмним розширенням системи ESP.

Система запобігання перекидання ROP (Roll Over Prevention) стабілізує рух автомобіля при загрозі перекидання. Запобігання перекидання досягається за рахунок зменшення поперечного прискорення шляхом пригальмовування передніх коліс і зниження крутного моменту двигуна. Додатковий тиск в гальмівній системі створюється за допомогою активного підсилювача гальм.

Система запобігання зіткнення (Braking Guard) може бути реалізована в автомобілі, оснащеному адаптивним круїз-контролем. Система запобігає небезпеці зіткнення за допомогою візуальних і звукових сигналів, а в критичній ситуації - шляхом нагнітання тиску в гальмівній системі (автоматичного включення насоса зворотної подачі).

Система стабілізації автопоїзда може бути реалізована в автомобілі, обладнаним тягово-зчіпним пристроєм. Система запобігає нишпоренню причепа під час руху автомобіля, яке досягається за рахунок гальмування коліс або зниження крутного моменту.

Система підвищення ефективності гальм при нагріванні FBS (Fading Brake Support, інше найменування - Over Boost) запобігає недостатнє зчеплення гальмівних колодок з гальмівними дисками, що виникає при нагріванні, шляхом додаткового збільшення тиску в гальмівному приводі.

Система видалення вологи з гальмівних дисків активується на швидкості понад 50 км/год і включених склоочисниках. Принцип роботи системи полягає в короткочасному підвищенні тиску в контурі передніх коліс, за рахунок чого гальмівні колодки притискаються до дисків і відбувається нагрівання дисків і випаровування вологи.

Система керування динамікою автомобіля

Об'єднання різних електронних систем автомобіля в мережу,

крім обміну інформацією, дозволяє організувати їх спільну роботу. На цьому принципі побудована система інтегрованого керування динамікою автомобіля. Система об'єднує систему курсової стійкості, рульове керування, трансмісію і підвіску автомобіля, які до цього працювали самостійно.

Система керування динамікою автомобіля призначена для підтримки курсової стійкості, підвищення маневреності, зниження навантаження на водія. Система являє собою спеціальне програмне забезпечення, яке встановлюється, як правило, в блок керування системи курсової стійкості. Система не має власних конструктивних елементів, тому системою, як такою, вона є лише умовно. Більшою мірою це маркетинговий хід виробників.

Система керування динамікою автомобіля має декілька назв:

- Vehicle Dynamics Management, VDM у Bosch;
- Vehicle Dynamics Integrated Management, VDIM у Toyota;
- Integrated Chassis Management, ICM у BMW.

В інтегрованій системі керування динамікою автомобіля можуть бути реалізовані наступні функції:

- додатковий крутний момент на рульовому колесі;
- додатковий кут повороту передніх коліс;
- кут повороту коліс задньої осі на задньоприводних автомобілях;
- розподіл крутного моменту між передньою і задньою віссю на повноприводних автомобілях;
- розподіл крутного моменту між правим і лівим ведучими колесами;
- зниження кренів і розгойдування підвіски.

Додатковий крутний момент на рульовому колесі впливає на дії водія. При надлишковій поворотності крутний момент створюється в напрямку, протилежному відведенню. При недостатній поворотності дана функція перешкоджає подальшому повороту рульового колеса. Величина додаткового крутного моменту невелика (до 3 Нм), тому його вплив на динаміку автомобіля мінімальний. Функція додаткового крутного моменту на кермовому колесі реалізована за допомогою електропідсилювача рульового керування.

Створення додаткового кута повороту передніх коліс дозволяє добитися значної стабілізації руху. Для створення додаткового кута повороту коліс використовується електропідсилювач рульового керу-

вання, який за певних умов руху активно втручається в керування автомобілем. Наприклад, в системі активного рульового керування від BMW реалізоване корегування кута повороту передніх коліс при проходженні поворотів і гальмуванні на слизькому покритті.

При надлишкової поворотності колеса повертаються в протилежну сторону, при недостатній поворотності поворотом коліс досягається втрачене зчеплення з дорогою. У більшості випадків втручання в роботу рульового керування дозволяє стабілізувати автомобіль без зниження швидкості руху.

На деяких моделях задньоприводних автомобілів використовується поворот коліс задньої осі. Наприклад, в системі активного керування геометрією підвіски ця функція виконана за допомогою змінної довжини важелів. На малій швидкості поворот задніх коліс в напрямку, протилежному переднім, підвищує маневреність автомобіля. На великій швидкості поворот задніх коліс в одному напрямку з передніми підвищує курсову стійкість автомобіля.

Активний розподіл (перерозподіл) крутного моменту між передньою і задньою віссю застосовується в більшості сучасних систем повного приводу. Ця функція дозволяє управляти динамікою автомобіля, балансує між надлишковою і недостатньою повертальністю.

Розподіл крутного моменту між ведучими колесами в поперечному напрямку реалізується за допомогою електронного блокування диференціала, а також деяких способів фізичного блокування диференціала.

Істотний вплив на підтримання курсової стійкості надає функція керування креном автомобіля. Ця функція здійснюється за допомогою стабілізаторів поперечної стійкості змінної жорсткості і адаптивних амортизаторів в складі активної підвіски.

Таким чином, за допомогою об'єднання різних систем автомобіля досягається висока динаміка при збереженні безпеки руху.

Система Стоп-старт.

Система Стоп-старт (в літературі також зустрічається інша інтерпретація - система Старт-стоп) призначена для економії палива, зниження шкідливих викидів і шуму за рахунок скорочення часу роботи двигуна на холостому ходу. Як показує практика експлуатації автомобіля, режим холостого ходу складає до 30 % загального часу роботи двигуна. Цьому сприяють часті зупинки на світлофорах, знаходження в пробках, які є атрибутами великого міста.



Рисунок 8.10 - Система Стоп-старт

До недавнього часу система Стоп-старт застосовувалася в основному на гібридних автомобілях. Сьогодні ситуація докорінно змінюється. Практично всі провідні автовиробники мають в своєму модельному ряду автомобілі, обладнані цією системою.

Принцип роботи системи Стоп-старт полягає в виключенні двигуна при зупинці автомобіля і його швидкому запуску при натисканні на педаль зчеплення (механічна коробка передач) або відпуску педалі гальма (автоматична коробка передач).

Конструктивно система Стоп-старт об'єднує пристрій, що забезпечує багаторазовий запуск двигуна, і електронну систему керування.

Існує кілька підходів до реалізації функції багаторазового запуску двигуна:

- посилений стартер;
- реверсивний генератор (стартер-генератор);
- впорскування палива в циліндри і займання суміші.

Найпростішим і надійним з точки зору конструкції є система Stop & Start фірми Bosch. Завдяки даній системі назва «стоп-старт» стало загальною назвою інших систем. Система встановлюється на

автомобілі Audi, BMW, Volkswagen і забезпечує зниження споживання палива, шкідливих викидів до 8 %.

Оснoву системи складає спеціальний стартер, розрахований на велику кількість пусків двигуна і має збільшений термін служби. Стартер обладнаний посиленням малошумним механізмом приводу, що гарантує швидкий, надійний і безшумний запуск двигуна.

Система керування здійснює зупинку і запуск двигуна, а також контроль заряду акумуляторної батареї. Як і всі сучасні електронні системи вона включає вхідні датчики, блок керування і виконавчі пристрої.

До вхідних датчиків належать датчики частоти обертання коліс, частоти обертання колінчастого вала, положення педалі зчеплення (положення педалі гальма), положення педалі акселератора, нейтрального положення важеля коробки передач (тільки з МКПП), стану акумуляторної батареї, а також інші датчики системи керування двигуном.

Свого електронного блоку система не має, а використовує потужності блоку керування двигуном, в якому встановлено відповідне програмне забезпечення. Виконавчими пристроями системи є форсунки системи впорскування, котушки запалювання, стартер.

Робота системи Stop & Start носить циклічний характер (вимикання-запуск). Вимкнення двигуна відбувається за таких умов:

- повна зупинка автомобіля;
- переключ важеля коробки передач в нейтральне положення і відпускання педалі зчеплення - для автомобіля з механічною коробкою передач;
- натиснута педаль гальма - для автомобіля з автоматичною коробкою передач.

Крім цього, при прийнятті рішення про виключення двигуна система оцінює частоту обертів двигуна, температуру охолоджуючої рідини, рівень зарядки акумуляторної батареї, режим роботи кліматичної установки.

При непрацюючому двигуні живлення споживачів електричної енергії (кондиціонера, аудіосистеми та ін.) проводиться від акумуляторної батареї.

При натисканні педалі зчеплення (відпуску педалі гальма на автомобілі з автоматичною коробкою передач) система активує стартер і виробляє запуск двигуна. Надалі цикл роботи системи повторюється.

Якщо величина заряду акумуляторної батареї опускається нижче заданої величини, система на підставі сигналу відповідного датчика і команди блоку керування вимикається. Включення системи проводиться після зарядки акумуляторної батареї. Система може бути примусово відключена за допомогою спеціальної кнопки на панелі приладів.

Система Старт-стоп наступного покоління вимикає двигун вже в процесі зупинки автомобіля (до його повної зупинки), чим досягається ще більша економія палива. Процес зупинки автомобіля розпізнається блоком керування за певними параметрами руху: швидкості руху до гальмування, швидкості руху в поточний момент часу, відсутності ухилу дороги, відсутності маневрування. Якщо параметри руху не відповідають заданим значенням, система спрацьовує після повної зупинки автомобіля.

Аналогічну конструкцію має система *ISG (Idle Stop & Go)* від Kia Motors. Основна відмінність даної системи полягає в управлінні автомобільним генератором. Так, при високому навантаженні на двигун для зниження споживання палива генератор відключається, при гальмуванні генератор включається і проводиться підзарядка акумуляторної батареї. При падінні потужності акумуляторної батареї нижче 75 % від номінальної система вимикається. Система вимикається також при використанні кондиціонера.

Система *STARS (Starter Alternator Reversible System)*, що випускається фірмою Valeo, в своїй роботі використовує реверсивний генератор. Система встановлюється на автомобілях Citroen, Mercedes і дозволяє знизити витрату палива до 10 %.

Реверсивний генератор являє собою електричну машину змінного струму, яка в залежності від умов може виконувати функції генератора і стартера. Роботу реверсивного генератора забезпечує спеціальний приводний ремінь і оборотний натягувач, що дозволяє передавати зусилля в двох напрямках. Реверсивний генератор безшумно працює і має менший час запуску (0,4 с в порівнянні з 0,8 с для звичайного стартера).

Керування системою STARS проводиться за допомогою окремого електронного блоку керування, який взаємодіє з блоком керування двигуном. Склад вхідних датчиків аналогічний іншим системам Стоп-старт.

Подальшим розвитком даної системи є використання рекупера-

тивного гальмування для створення додаткової енергії і зниження витрати палива.

Компанія Mazda розробила систему *SISS (Smart Idle Stop System)*, яка є альтернативою інших систем Стоп-старт. Інша назва системи *i-Stop*. У ній для багаторазового запуску двигуна використовується впорскування палива в циліндри і займання паливно-повітряної суміші. Система встановлюється на бензинові двигуни, об'єднанні безпосереднім впорскуванням палива.

Для забезпечення роботи системи SISS поршні в циліндрах зупиняються в певних положеннях, оптимальних для подальшого запуску двигуна. З початком руху (при відпуску педалі гальма) в циліндри впорскується паливо і запалюється паливно-повітряна суміш, таким чином, здійснюється запуск двигуна. При запуску двигуна на додаток енергії згоряння палива використовується енергія стартера, який включається на нетривалий час.

Зниження витрати палива при застосуванні даної системи досягає 9 %. Система SISS працює тільки з автоматичною трансмісією.

Система екстреного гальмування.

Вона призначена для ефективного використання гальм в екстремній ситуації. Як показує практика, застосування системи екстреного гальмування на автомобілі дозволяє скоротити гальмівний шлях в середньому на 15-20 %. Це, часом, є вирішальним фактором запобігання аварії або зменшення її наслідків.

Розрізняють два види систем екстреного гальмування - допомоги при екстреному гальмуванні і автоматичного екстреного гальмування. Система допомоги при екстреному гальмуванні дозволяє реалізувати максимальний гальмівний тиск при натисканні водієм на педаль гальма, тобто система догальмовує за нього. Система автоматичного екстреного гальмування створює частковий або максимальний гальмівний тиск без участі водія, тобто автоматично.

Система допомоги при екстреному гальмуванні.

Конструкції систем допомоги при екстреному гальмуванні можна розділити на два типи за принципом створення максимального гальмівного тиску: пневматичні і гідравлічні.

Системи допомоги при екстреному гальмуванні пневматичного типу забезпечують ефективну роботу вакуумного підсилювача гальм. До них відносяться системи:

- BA (Brake Assist), BAS (Brake Assist System), EBA (Emergency Brake Assist) на автомобілях Mercedes-Benz, BMW, Toyota, Volvo та ін.;
- AFU на автомобілях Renault, Peugeot, Citroen.

Конструктивно дані системи об'єднують датчик швидкості переміщення штока вакуумного підсилювача, електронний блок керування і електромагнітний привод штока.

Система допомоги при екстремому гальмуванні пневматичного типу встановлюється, як правило, на автомобілі, обладнані системою ABS.

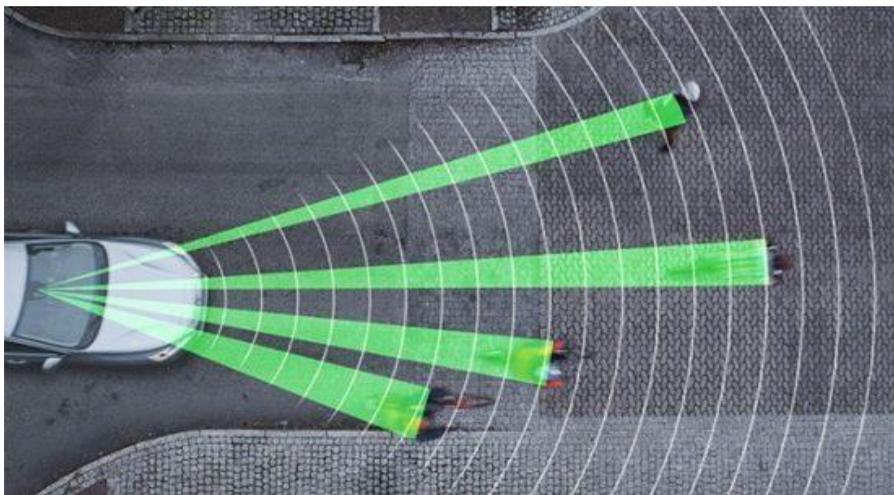


Рисунок 8.11 - Система екстремого гальмування

Принцип роботи даної системи заснований на розпізнаванні ситуації екстремого гальмування по швидкості натискання педалі гальма. Швидкість натискання на педаль гальма фіксує датчик швидкості переміщення штока вакуумного підсилювача і передає сигнал в електронний блок керування. Якщо величина сигналу перевищує встановлене значення, електронний блок керування активує електромагнітний привод штока. Вакуумний підсилювач гальм дотискує педаль гальма. Екстремне гальмування відбувається до спрацьовування системи ABS.

Системи допомоги при екстремому гальмуванні гідравлічного типу забезпечують максимальний тиск рідини в гальмівній системі за

рахунок використання елементів системи курсової стійкості. До таких систем відносяться:

- HBA (Hydraulic Braking Assistance) на автомобілях Volkswagen, Audi;
- HBB (Hydraulic Brake Booster) на автомобілях Volkswagen, Audi;
- SBC (Sensotronic Brake Control) на автомобілях Mercedes-Benz;
- DBC (Dynamic Brake Control) на автомобілях BMW;
- BA Plus (Brake Assist Plus) на автомобілях Mercedes-Benz.

Система HBA розпізнає екстрену ситуацію по швидкості і силі натискання педалі гальма. В роботі системи використовується датчик тиску в гальмівній системі, датчики частоти обертання коліс, вимикач стоп-сигналу. На підставі одержаних сигналів, електронний блок керування при необхідності включає насос зворотної подачі, який доводить тиск в гальмівній системі до максимального. Дія програми відбувається до спрацювання системи ABS.

Система HBB в певних режимах експлуатації автомобіля (прігрів двигуна та ін.) дублює вакуумний підсилювач гальм. В роботі системи використовуються датчик тиску в гальмівній системі, датчик розрядження в вакуумному підсилювачі, вимикач стоп-сигналу. При недостатньому розрядженні в камерах вакуумного підсилювача система HBB включає насос зворотної подачі і підвищує тиск в гальмівній системі до необхідної величини.

Система SBC в своїй роботі враховує безліч факторів, у тому числі: швидкість перенесення ноги з педалі газу на педаль гальма, силу натискання на педаль гальма, якість дорожнього покриття, напрямок руху, інші параметри. Відповідно до конкретних умов руху електронний блок керування формує оптимальне гальмівне зусилля на кожне колесо.

Система BA Plus контролює відстань до автомобіля що йде попереду, за допомогою радарів системи DISTRONIC. Якщо відстань мала і існує небезпека зіткнення проводиться візуальне і звукове попередження водія. Якщо водій гальмує недостатньо ефективно система догальмовує за нього.

Система автоматичного екстреного гальмування за допомогою радара (лідара) і відеокамери виявляє автомобілі попереду. У разі можливої аварії (інтенсивного скорочення відстані між автомобілями)

система реалізує часткове або максимальне гальмівне зусилля, уповільнює або зупиняє автомобіль. Навіть якщо зіткнення відбулося, наслідки його для обох автомобілів будуть значно меншими.



Рисунок 8.12 - Система автоматичного екстреного гальмування

Конструктивно система автоматичного екстреного гальмування побудована на інших системах активної безпеки - системи адаптивного круїз-контролю (контроль відстані) і системі курсової стійкості (автоматичне гальмування).

Відомими системами автоматичного екстреного гальмування є:

- Pre-Safe Brake на автомобілях Mercedes-Benz;
- Collision Mitigation Braking System, CMBS на автомобілях Honda;
- City Brake Control на автомобілях Fiat;
- Active City Stop і Forward Alert на автомобілях Ford;
- Forward Collision Mitigation, FCM на автомобілях Mitsubishi;
- City Emergency Brake на автомобілях Volkswagen;
- Collision Warning with Auto Brake і City Safety на автомобілях

- Volvo;
- Predictive Emergency Braking System, PEBS від Bosch;
- Automatic Emergency Braking, AEB від TRW.

Необхідно відзначити, що в перерахованих системах крім автоматичного екстреного гальмування реалізовані інші функції, серед яких попередження водія про небезпеку зіткнення, активація деяких пристроїв пасивної безпеки. Тому дані системи ще називають превентивними системами безпеки.

Система розподілу гальмівних зусиль.

Система розподілу гальмівних зусиль призначена для запобігання блокування задніх коліс за рахунок керування гальмівним зусиллям задньої осі. Сучасний автомобіль влаштований так, що на задню вісь припадає менше навантаження, ніж на передню. Тому для збереження курсової стійкості автомобіля, блокування передніх коліс повинне наступати раніше задніх коліс.

При різкому гальмуванні автомобіля відбувається додаткове зменшення навантаження на задню вісь, так як центр ваги зміщується вперед. А задні колеса, при цьому, можуть виявитися заблокованими.

Система розподілу гальмівних зусиль є програмним розширенням антиблокувальної системи гальм. Іншими словами, система використовує конструктивні елементи системи ABS в новій якості.

Загальноприйнятими торговими назвами системи є:

- EBD, Electronic Brake Force Distribution;
- EBV, Elektronische Bremskraftverteilung.

Принцип роботи системи розподілу гальмівних зусиль.

Робота системи EBD, також як і системи ABS, носить циклічний характер. Цикл роботи включає три фази:

- утримання тиску;
- скидання тиску;
- збільшення тиску.

За даними датчиків частоти обертання коліс, блок керування ABS порівнює гальмівні зусилля передніх і задніх коліс. Коли різниця між ними перевищує задану величину, включається алгоритм системи розподілу гальмівних зусиль.

На підставі різниці сигналів датчиків, блок керування визначає початок блокування задніх коліс. Він закриває впускні клапани в контурах гальмівних циліндрів задніх коліс. Тиск в контурі задніх коліс утримується на поточному рівні. Впускні клапани передніх коліс за-

лишаються відкритими. Тиск в контурах гальмівних циліндрів передніх коліс продовжує збільшуватися до початку блокування передніх коліс. Якщо колеса задньої осі продовжують блокуватися, відкриваються відповідні випускні клапани і тиск в контурах гальмівних циліндрів задніх коліс зменшується.

При перевищенні кутової швидкості задніх коліс заданого значення, тиск в контурах збільшується. Відбувається гальмування задніх коліс. Робота системи розподілу гальмівних зусиль закінчується з початком блокування передніх (ведучих) коліс. При цьому в роботу включається система ABS.

Система виявлення великих тварин.

Зіткнення з великими дикими тваринами є серйозною проблемою дорожнього руху. Особливо гостро це питання стоїть в північних європейських країнах Швеції, Норвегії, Фінляндії, а також в США і Канаді. Росію також можна додати в цей список.

Як показує статистика, 6 % всіх зіткнень становлять аварії за участю великих диких тварин. Можна уявити наслідки зіткнення з дорослим лосем для пасажирів і транспортного засобу. І чим вище швидкість руху, тим серйозніше наслідки аварії. Навіть якщо водієві вдалося уникнути зіткнення з твариною, утримати автомобіль на дорозі і уникнути аварії не завжди вдається.

Шведська компанія Volvo, перша з автовиробників, розробила систему виявлення великих тварин і встановлює її на свої серійні автомобілі. Система виявлення великих тварин є подальшим розвитком системи виявлення пішоходів. Вона використовує ті ж апаратні засоби (відеокамера, радар) що і Pedestrian Detection System, а відрізняється тільки програмним забезпеченням, яке дозволяє розпізнавати форму диких тварин, характер їх переміщення.

Система визначає великих диких тварин (лось, олень), а також домашніх тварин (кінь, корова). Тварин розміром поменше (козуля, кабан) система не визначає. Для виявлення диких тварин використовується відеокамера і радар, які доповнюють один одного. При виявленні тварини, система попереджає водія сигналом. При необхідності проводиться автоматичне екстрене гальмування автомобіля. Якщо зіткнення з твариною уникнути не вдається, зниження швидкості істотно зменшує наслідки аварії.

Інакше підійшли до вирішення проблеми безпеки в Канаді, запропонувавши придорожню систему виявлення великих тварин.

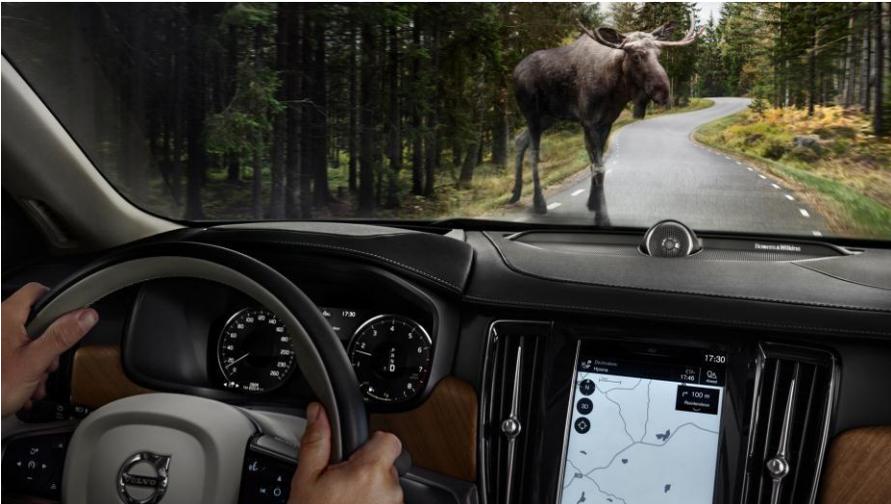
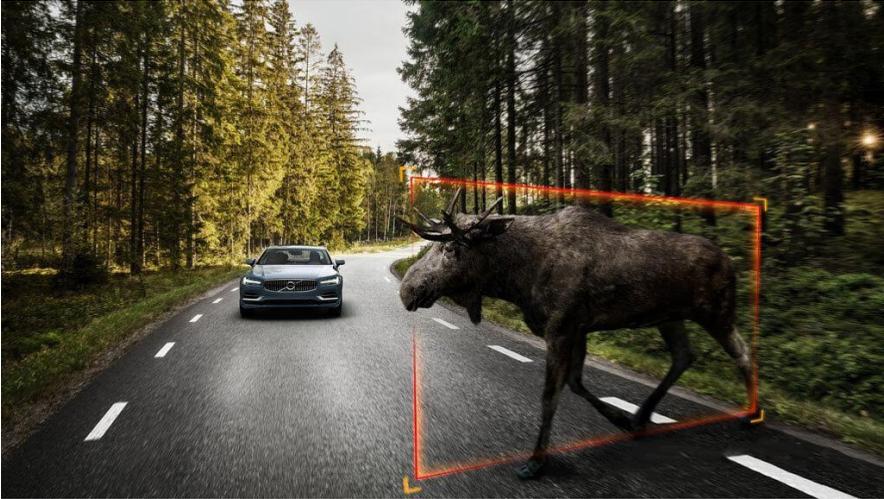


Рисунок 8.13 - Система виявлення великих тварин
(Large Animal Detection System)

Пілотний проект Large Animal Detection System, LADS (інша назва - Roadway Animal Detection System, RADS) відстежує рух великих диких тварин і попереджає водія про їх наближення до дороги. Для виявлення тварин система використовує датчики, які розташовуються на стовпах уздовж дороги. Раніше в якості таких датчиків використо-

увуався лідар, але через часті помилкові спрацьовування (дрібні тварини, опади, рослинність) він був замінений на радар.



Рисунок 8.14 - Наслідки зіткнення автомобіля з лосем

Радар посилає сигнал у всіх напрямках в радіусі 700 м. По відбитому сигналу система судить про наявність і напрямок руху тварин. Коли лось або олень наближаються до дороги, спрацьовують сигнальні вогні жовтого кольору. Миготіння вогнів відбувається протягом трьох хвилин, правда тварина за цей час може далеко піти від дороги і не становити небезпеку. Живлення системи здійснюється від сонячних батарей і резервних акумуляторів.

Як заявляє виробник, система LADS знижує небезпеку зіткнення з великими тваринами до 80 %.

Система допомоги при спуску.

Система допомоги при спуску призначена для запобігання при-

скорення автомобіля при русі по гірських дорогах. Наявність даної системи на автомобілі підвищує зручність керування і безпеку. Система допомоги при спуску встановлюється, як правило, на легкові автомобілі підвищеної прохідності.

Залежно від автовиробника система має такі назви:

- HDC, Hill Descent Control від Volkswagen, BMW та ін.;
- DAC, Downhill Assist Control від Toyota;
- DDS, Downhill Drive Support від Nissan.

Система допомоги при спуску є програмним розширенням системи курсової стійкості і використовує конструктивні елементи даної системи, тому за своєю суттю є функцією, а не системою.

Принцип роботи системи заснований на підтримці постійної швидкості при спуску за рахунок пригальмовування коліс. Система активується включенням відповідної клавіші на приладовій панелі. При цьому алгоритм керування системи спрацьовує при певних умовах: автомобіль заведений, педалі газу і гальма відпущені, швидкість руху менше 20 км/год, ухил який може здолати - більше 20 %.

Схема системи курсової стійкості повністю ідентична рис. 8.9. На підставі сигналів датчиків блок керування вмикає насос зворотної подачі, відкриває впускні клапани і клапани високого тиску. Випускні і перемикальні клапани закриті. За рахунок цих маніпуляцій в гальмівній системі створюється необхідний тиск, який забезпечує зниження швидкості автомобіля до певного значення. Величина підтримуваної системою швидкості залежить від початкової швидкості автомобіля і включеної передачі.

При досягненні автомобілем швидкості заданого значення, гальмування припиняється. При подальшому прискоренні цикл роботи системи допомоги при спуску повторюється. Таким чином, швидкість руху на спуску підтримується в певному безпечному діапазоні.

Система допомоги при спуску деактивується примусово (повторним натисканням клавіші) або автоматично при натисканні на педаль газу або гальма, а також зниження величини ухилу менше 12 %.

Система допомоги при підйомі.

Система допомоги при підйомі призначена для запобігання відкочування автомобіля при рушанні на підйомі (похилій площині). Застосування даної системи полегшує рушання автомобіля на підйомі, виключаючи використання стоянкового гальма, і підвищує безпеку. Система встановлюється в якості опції на деякі легкові автомобілі.

Залежно від автовиробника система має наступну назву:

- HHC, Hill Hold Control від Volkswagen;
- Hill Holder від Subaru, Fiat;
- HAC, Hill-Start Assist Control від Toyota;
- USS, Uphill Start Support від Nissan.

Система допомоги при підйомі побудована на базі системи динамічної стабілізації і є програмним розширенням даної системи, тому системою, як такою, вона не є.

Принцип роботи системи заснований на уповільненні зниження тиску в гальмівній системі при відпусканні педалі гальма. Алгоритм роботи системи допомоги при підйомі активізується при певних умовах: автомобіль заведений, педаль гальма натиснута, величина підйому перевищує 5 %.

Система працює циклічно. Цикл роботи включає чотири фази:

- створення гальмівного тиску;
- утримання гальмівного тиску;
- зниження гальмівного тиску;
- скидання гальмівного тиску.

Схема системи курсової стійкості повністю ідентична рис. 8.9.

При гальмуванні на підйомі гальмівна система працює в режимі, при якому впускні і перемикальні клапани відкриті, а випускні та клапани високого тиску закриті. В результаті в системі створюється гальмівний тиск, який утримує автомобіль на місці.

При відпусканні педалі гальма закриваються перемикальні клапани, в контурах утримується тиск на колишньому рівні, чим запобігає відкочування автомобіля назад. При натисканні на педаль газу відбувається поступове відкриття перепускних клапанів, чим забезпечує зниження гальмівного тиску.

При руханні автомобіля з місця і досягненні крутним моментом достатньої для руху величини, перемикальні клапани повністю відкриваються, і відбувається скидання тиску в системі. Необхідно відзначити, що система працює завжди на підйом, незалежно від напрямку руху, що актуально для рухання на підйомі заднім ходом.

Адаптивний круїз-контроль.

Адаптивний круїз-контроль (Adaptive Cruise Control, ACC) призначений для автоматичного керування швидкістю руху автомобіля. Адаптивний круїз-контроль є подальшим розвитком системи круїз-контролю, яка підтримує задану постійну швидкість руху.

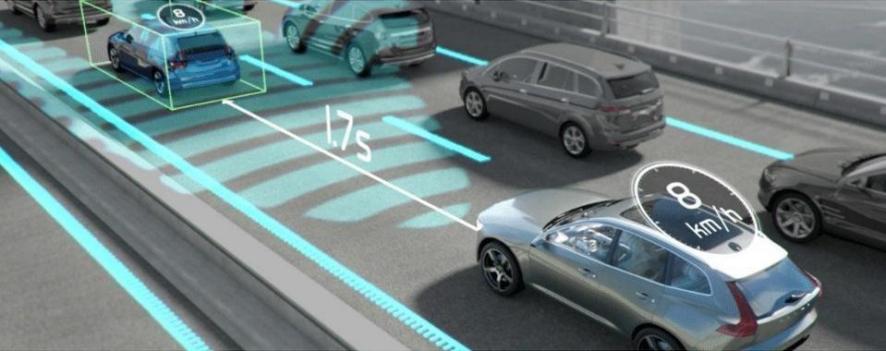


Рисунок 8.15 - Візуалізація роботи радарних датчиків системи адаптивного круїз-контролю

Відомими системами адаптивного круїз-контролю є:

- Preview Distance Control від Mitsubishi;
- Radar Cruise Control від Toyota;
- Distronic (Distronic Plus) від Mercedes-Benz;
- Active Cruise Control від BMW;
- Adaptive Cruise Control від Volkswagen, Audi, Honda.

Система адаптивного круїз-контролю включає датчик відстані, блок керування і виконавчі пристрої.

Датчик відстані слугує для вимірювання швидкості і відстані до автомобіля що йде попереду. В якості датчика відстані використовуються радары або лідары. Радар (Radar, Radio Detection and Ranging) випромінює електромагнітні хвилі на об'єкт і отримує зворотний сигнал - відлуння. Швидкість автомобіля що йде попереду, оцінюється по зміні частоти відбитої хвилі, а відстань до машини - по часу повернення сигналу. Встановлені параметри перетворюються в електричні сигнали і передаються в блок керування.

Лідар (Lidar, Liht Detecting and Ranging) використовує інфрачервоний лазерний промінь. Принцип дії лідара аналогічний радару. Лазерні датчики дешевше радарів, але схильні до впливу погодних умов, тому на автомобілях преміум-класу в системі адаптивного круїз-контролю використовуються, в основному, радары.

Датчик відстані встановлюється на передньому бампері або решітці радіатора автомобіля. Радіус дії датчика складає близько 150 м. У останніх розробках адаптивного-круїз-контролю використовуються датчики відстані короткого і довгого діапазонів. Датчик короткого діапазону забезпечує уповільнення автомобіля до повної зупинки. Датчик довгого діапазону - до 30 км/год. Це розширює функціональні можливості системи і дозволяє її використовувати при русі автомобіля з малою швидкістю на невеликій дистанції (наприклад, при русі в зааторах). Наприклад, в системі DISTRONIC Plus використовуються три датчики - один далекого і два ближньої дії.

Електронний блок керування приймає сигнали від датчиків відстані, а також вхідну інформацію від інших систем, за допомогою яких визначається:

- швидкість і дистанція до автомобіля що йде попереду;
- швидкість керованого автомобіля;
- кут повороту рульового колеса;
- бічне прискорення;
- радіус кривої.

Програмне забезпечення, встановлене в блоці, порівнює фактичні параметри руху з заданими, на підставі якого формуються управляючі дії зі зміни швидкості руху. Своїх виконавчих пристроїв система АСС не має, а використовує інші електронні системи автомобіля, з якими зв'язується через відповідні блоки керування (система курсової

стійкості, дросельна заслінка з електричним приводом, автоматична коробка передач).

Принцип роботи системи АСС.

Робота системи адаптивного круїз-контролю здійснюється в діапазоні швидкостей від 30 до 180 км/год. Сучасні системи АСС підтримують швидкісний режим від 0 до 200 км/год, а також режим гальмування і старту в умовах щільного руху (функція Stop and Go).

Адаптивний круїз-контроль забезпечує рух автомобіля в режимах постійної швидкості, прискорення й уповільнення. При відсутності на дорозі інших автомобілів, система підтримує задану водієм швидкість. При прискоренні чи перестроюванні автомобіля що йде попереду, відбувається прискорення автомобіля до заданої водієм швидкості.

При уповільненні або перестроювання з сусіднього ряду автомобіля що йде попереду, відбувається уповільнення автомобіля до заданої водієм дистанції. На низькій швидкості уповільнення досягається за рахунок роботи гальмівної системи (збільшення тиску гальмівної рідини в системі), на високій швидкості - за рахунок зниження потужності двигуна (зменшення подачі повітря через дросельну заслінку) і, при необхідності, роботи гальмівної системи.

З метою підвищення безпеки автомобіля окремі конструкції адаптивного круїз-контролю можуть бути доповнені системами превентивної безпеки, екстреного гальмування, GPS-навігації.

Адаптивний круїз контроль служить технічною основою розроблених систем автоматичного керування автомобілем.

Система допомоги руху по смузі.

Система допомоги руху по смузі (інші назви - помічник руху по смузі, система утримання смуги руху) допомагає водієві дотримуватися обраної смуги руху і тим самим, запобігати аварійним ситуаціям. Система ефективна при русі по автомагістралях і облаштованим федеральним дорогам, тобто там, де є якісна дорожня розмітка.

Розрізняють два види систем допомоги руху по смузі: пасивні та активні. Пасивна система попереджає водія про відхилення від обраної смуги руху. Активна система поряд з попередженням здійснює коригування траєкторії руху.

У різних автовиробників система утримання смуги руху має свої торгові назви, але пропонувані системи мають, в основному, схожу конструкцію:

- Lane Assist від Audi, Volkswagen, SEAT;
- Lane Departure Warning System від BMW, Citroen, Kia, General Motors, Opel, Volvo;
- Lane Departure Prevention від Infiniti;
- Lane Keep Assist System від Honda, Fiat;
- Lane Keeping Aid від Ford;
- Lane Keeping Assist від Mercedes-Benz;
- Lane Keeping Support System від Nissan;
- Lane Monitoring System від Toyota.

Система допомоги руху по смузі є електронною системою і включає клавішу керування, відеокамеру, блок керування і виконавчі механізми. За допомогою клавіші керування проводиться включення системи. Клавіша може розташовуватися на важелі перемикання покажчиків повороту, панелі приладів або центральній консолі.



Рисунок 8.16 - Система допомоги руху по смузі

Відеокамера робить запис зображення на певній відстані від автомобіля і його оцифровку. В системі використовується монохромна камера, яка розпізнає лінії розмітки як різку зміну градації сірого. Камера об'єднана з блоком керування. Об'єднаний блок розташовується на лобовому склі за дзеркалом заднього виду. Виконавчими пристроями системи допомоги руху по смузі є контрольна лампа, звуковий

сигнал, вібротор на рульовому колесі, нагрівальний елемент лобового скла, електродвигун електромеханічного підсилювача керма.

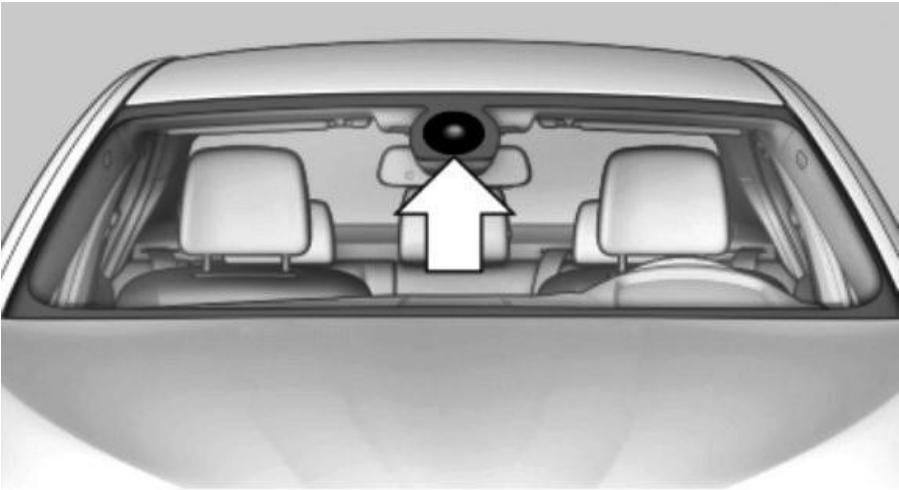


Рисунок 8.17 - Місце розміщення відеокамери системи допомоги руху по смузі

Інформація про роботу системи виводиться на панель приладів у вигляді контрольної лампи. Попередження водія проводиться за допомогою вібрації рульового колеса, а також подачі візуальних звукових і світлових сигналів. Вібрацію створює вібротор, вбудований в рульове колесо. Нагрівальний елемент розташовується на вітровому склі, при необхідності автоматично включається, усуває запотівання і обмерзання вікна камери.

Коректування траєкторії руху здійснюється примусовим підрулення системи рульового керування за допомогою електромеханічного підсилювача керма (більшість систем) або підгальмовуванням коліс з одного боку автомобіля (система Lane Departure Prevention).

Під час роботи активної системи допомоги руху по смузі реалізуються такі основні функції:

- розпізнавання траєкторії смуги руху;
- візуальне інформування про роботу системи;
- коректування траєкторії руху;
- попередження водія.

Обстановка перед автомобілем проєктується на світлочутливу матрицю камери і перетворюється в чорно-біле зображення, яке аналізується електронним блоком керування.

Алгоритм роботи блоку керування визначає положення ліній розмітки смуги, оцінює якість розпізнавання розмітки, обчислює ширину смуги та її кривизну, розраховує положення автомобіля на смузі. На підставі проведених обчислень здійснюються керуючий вплив на рульове керування (гальмівну систему), і якщо необхідний ефект утримання автомобіля на смузі не досягається - попереджається водій (вібрація рульового колеса, звуковий і світловий сигнали).

Необхідно відзначити, що величина крутного моменту, що прикладається до рульового механізму (гальмівного зусилля на двох колесах з одного боку автомобіля) невелика і в будь-який момент може бути подолана водієм.

При навмисному перестроюванні з однієї смуги на іншу потрібно включити сигнал повороту, інакше система буде перешкоджати маневру. При несприятливих умовах (відсутність однієї лінії або всієї розмітки, забруднене або засніжене дорожнє полотно, вузька смуга руху, нестандартна розмітка на ремонтаних ділянках, поворот малого радіусу) система деактивується.

Передбачено три режими роботи системи допомоги руху по смузі:

- система включена і активована (активний режим);
- система включена і деактивована (пасивний режим);
- система вимкнена.

Система інтелектуального регулювання швидкості.

Система інтелектуального регулювання швидкості (Intelligent Speed Assistance, ISA) - це електронна система, яка забезпечує рух автомобіля з дозволеною швидкістю на конкретній ділянці дороги. Іншими словами, система ISA допомагає водієві дотримуватися допустимої швидкості руху. За заявами розробників, використання системи примусового обмеження швидкості може привести до скорочення ДТП на 30 %. Розрізняють пасивну і активну системи інтелектуального регулювання швидкості.

Пасивна система попереджає водія про перевищення допустимої швидкості руху. Попередження реалізується у вигляді візуальних (інформація на приладовій панелі), звукових або тактильних (збільшення зусилля на педалі акселератора) сигналів.

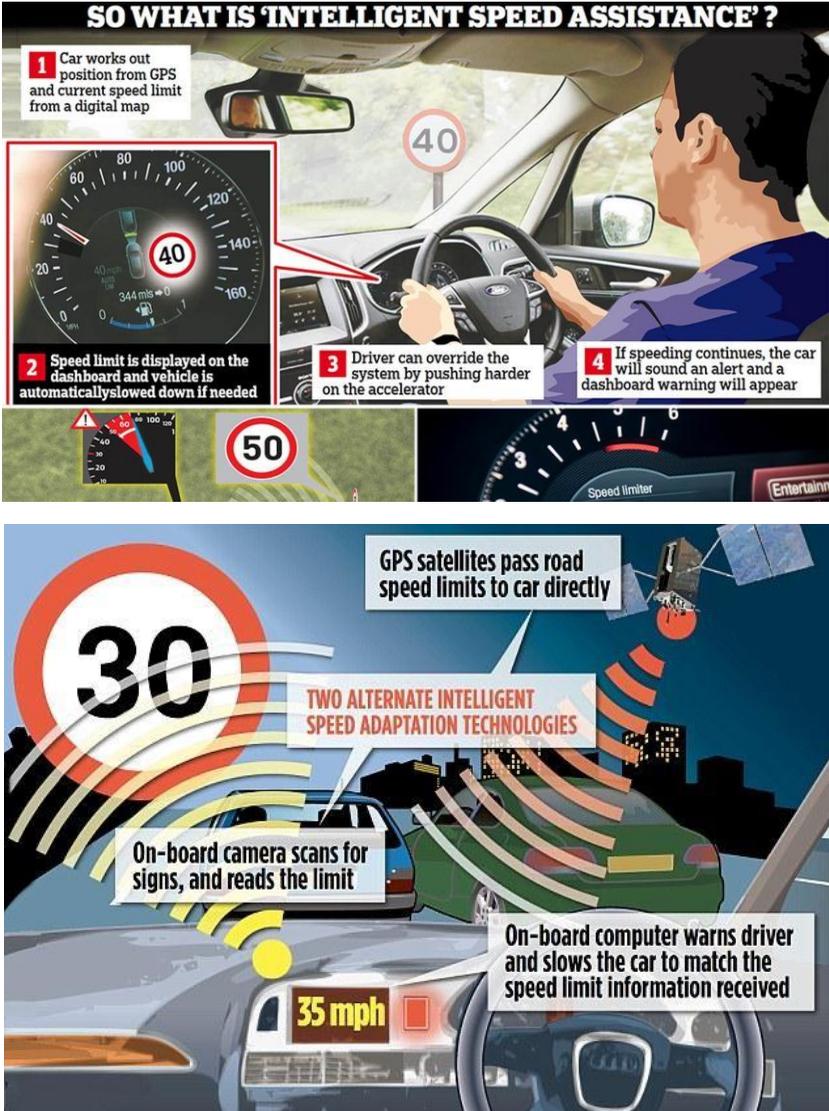


Рисунок 8.18 - Система інтелектуального регулювання швидкості

Система визначає необхідність обмеження швидкості шляхом оптичного зчитування дорожніх знаків. Для зчитування дорожніх знаків використовується відеокамера.

Робота системи носить інформативний або рекомендаційний характер, тому водій самостійно вирішує, уповільнювати автомобіль чи ні. Пасивна система регулювання швидкості має власну усталену назву - система розпізнавання дорожніх знаків.

Активна система регулювання швидкості автоматично коригує швидкість руху автомобіля, впливаючи на дросельну заслінку і (або) гальмівну систему. Система визначає необхідність обмеження швидкості, ґрунтуючись на зіставленні інформації про місцезнаходження транспортного засобу з обмеженнями швидкості в цьому місці. Місцезнаходження автомобіля визначається за допомогою GPS-системи. Швидкісна характеристика конкретної ділянки дороги надає навігаційна система, інформаційною основою якої є електронна карта.

Крім цього інформація про окремі об'єкти дорожньої інфраструктури (пішохідні переходи, залізничні переїзди, школи, лікарні, тощо) може бути отримана по радіоканалу. Даний спосіб є елементом перспективної системи комунікації між автомобілем та інфраструктурою (Infrastructure-to-Vehicle).

В роботі активної системи регулювання швидкості використовуються інші вхідні пристрої: датчики частоти обертання колеса, гіроскоп, акселерометр.

Дослідні використання активних систем регулювання швидкості виявили рад проблем, що стримують їхнє широке впровадження:

- зниження уваги до швидкісного режиму, пов'язане із зайвою впевненістю водія;
- можливі труднощі при обгоні і як наслідок необхідність виключення системи;
- скорочення пропускнуої здатності доріг, ймовірність виникнення заторів.

В результаті кращим обмежувачем швидкості руху автомобіля поки є усвідомлені дії самого водія.

Питання для самоперевірки

1. Які були причини розробки системи антиблокування гальм?
2. Опишіть три головні фази управління в системі ABS?
3. Які вимоги висувають до системи ABS?
4. Намалюйте принципову схему ABS та поясніть принцип її роботи.
5. Які параметри використовує система ABS?
6. Які три головні компоненти присутні у всіх моделях систем ABS?

7. Як працює датчик швидкості колеса?
8. Назвіть параметри самоперевірки блоку управління ABS.
9. Яке призначення гідравлічного модулятора?
10. Назвіть три головних недоліки системи ABS.
11. Як відбувається керування гальмами автомобіля з системою ABS?
12. Як впливає надмірна вібрація осі автомобіля у сучасних системах м'якої підвіски на роботу системи ABS?
13. Назвіть основні положення стратегії функціонування системи антиблокування гальм (п'ять пунктів).
14. Які є нестандартні варіанти ABS?
15. Для чого призначена антипробуксовочна система?
16. Назвіть складові частини антипробуксовочної системи.
17. Розкажіть принцип роботи антипробуксовочної системи.
18. Для чого призначена система динамічної стабілізації?
19. Як працює система курсової стійкості?
20. Яке призначення системи керування динамікою автомобіля?
21. Які функції можуть бути реалізовані в інтегрованій системі керування динамікою автомобіля?
22. Як працює система Стоп-старт?
23. Які існують варіанти реалізації функції багаторазового запуску двигуна?
24. За яких умов в системі Stop & Start відбувається вимкнення двигуна?
25. Що являє собою реверсивний генератор?
26. Для чого призначена система екстреного гальмування?
27. Як працює система розподілу гальмівних зусиль?
28. Які є варіанти системи виявлення великих тварин?
29. Як працює система допомоги при спуску?
30. Для чого призначена система допомоги при підйомі і як вона працює?
31. Що собою являє адаптивний круїз-контроль (Adaptive Cruise Control, ACC)?
32. Як працює лідар?
33. Розкажіть принцип роботи системи допомоги руху по смузі.